

SÉRIE A, N° 1568

N° D'ORDRE :

2434

# THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES  
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

N. KOBOZIEFF

1<sup>re</sup> THÈSE. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES ET GÉNÉTIQUES SUR L'ANOURIE  
CHEZ LA SOURIS.

2<sup>e</sup> THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 28/6/1935 devant la Commission d'examen.

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| MM. CAULLERY . . . | Président.    |
| DUBOSCQ . . .      | } Assesseurs. |
| PICARD . . .       |               |

PARIS

Editions du Bulletin Biologique de la France et de la Belgique  
405, Boulevard Raspail

1935





Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41551619\\_0102](https://archive.org/details/IA41551619_0102)



SÉRIE A, N° 1568

N° D'ORDRE :

2434

# THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES  
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

N. KOBOZIEFF

1<sup>re</sup> THÈSE. — RECHERCHES MORPHOLOGIQUES ET GÉNÉTIQUES SUR L'ANOURIE  
CHEZ LA SOURIS.

2<sup>e</sup> THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

*Soutenues le*

*1935 devant la Commission d'examen.*

MM. CAULLERY . . . *Président.*

DUBOSCQ . . . } *Assesseurs.*

PICARD . . . }

PARIS

Editions du Bulletin Biologique de la France et de la Belgique  
105, Boulevard Raspail

1935

# FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

## MM.

Doyen honoraire..... M. MOLLIARD.  
Doyen ..... C. MAURAIN, Professeur, Physique du Globe.

|                        |                    |                 |           |
|------------------------|--------------------|-----------------|-----------|
| Professeurs honoraires | ( H. LE CHATELIER. | Léon BRILLOUIN. | AUGER.    |
|                        | H. LEBESGUE.       | GOUSSAT         | BLAISE.   |
|                        | A. FERNBACH.       | WALLERANT.      | DANGEARD. |
|                        | A. LEDUC.          | GUILLET.        | JANET     |
|                        | Émile PICARD.      | PECHARD.        | LESPIEAU. |
|                        | Rémy PERRIER.      | FREUNDLER.      | MARCHIS.  |
|                        |                    |                 | MOUTON.   |

## PROFESSEURS

|                   |                                                         |                              |                                                     |
|-------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| G. BERTRAND.....  | T Chimie biologique.                                    | A. DUFOUR.....               | T Physique. (P. C. B.).                             |
| M. CAULLERY.....  | T Zoologie (Évolution des êtres organisés).             | L. DUNOYER.....              | Optique appliquée.                                  |
| G. URBAIN.....    | T Chimie générale.                                      | A. GUILLIERMOND.             | T Botanique (P. C. B.).                             |
| Émile BOREL.....  | T Calcul des probabilités et Physique mathématique      | M. JAVILLIER.....            | Chimie biologique.                                  |
| Jean PERRIN.....  | T Chimie physique.                                      | L. JOLEAUD.....              | Paléontologie.                                      |
| H. ABRAHAM.....   | T Physique.                                             | ROBERT-LÉVY....              | Zoologie.                                           |
| E. CARTAN.....    | T Géométrie supérieure.                                 | F. PICARD.....               | Zoologie (Évolution des êtres organisés).           |
| M. MOLLIARD.....  | T Physiologie végétale.                                 | Henri VILLAT....             | T Mécanique des fluides et applications.            |
| L. LAPICQUE.....  | T Physiologie générale.                                 | Ch. JACOB..                  | ..... T Géologie.                                   |
| E. VESSIOT.....   | T Mécanique analytique et Mécanique céleste.            | P. PASCAL.....               | T Chimie minérale.                                  |
| A. COTTON.....    | T Recherches physiques.                                 | M. FRÉCHET.....              | T Calcul des Probabilités et Physique mathématique. |
| J. DRACH.....     | T Analyse supérieure et Algèbre supérieure.             | E. ESCLANGON....             | T Astronomie.                                       |
| Charles FABRY.... | T Physique.                                             | M <sup>me</sup> RAMART-LUCAS | T Chimie organique.                                 |
| Charles PÉREZ. .  | T Zoologie.                                             | H. BEGHIN.....               | T Mécanique physique et expérimentale.              |
| Léon BERTRAND..   | T Géologie structurale et géologie appliquée.           | F. FOCH.....                 | Mécanique expérimentale des fluides.                |
| P. PORTIER.....   | T Physiologie comparée.                                 | PAUTHENIER.....              | Physique (P. C. B.).                                |
| E. RABAUD.....    | T Biologie expérimentale.                               | De BROGLIE.....              | T Théories physiques.                               |
| M. GUICHARD.....  | Chimie minérale.                                        | CHRÉTIEN.....                | Optique appliquée.                                  |
| Paul MONTEL.....  | T Théorie des fonctions et Théorie des transformations. | P. JOB.....                  | Chimie générale.                                    |
| P. WINTREBERT..   | T Anatomie et histologie comparées.                     | LABROUSTE.....               | Physique du Globe.                                  |
| L. BLARINGHEM..   | T Botanique.                                            | PRENANT.....                 | Zoologie.                                           |
| O. DUBOSCQ.....   | T Biologie maritime.                                    | VILLEY.....                  | Mécanique physique et expérimentale.                |
| G. JULIA.....     | T Application de l'analyse à la Géométrie.              | BOHN.....                    | Zoologie (P. C. B.).                                |
| C. MAUGUIN.....   | T Minéralogie.                                          | COMBES.....                  | Botanique.                                          |
| A. MICHEL-LÉVY.   | Pétrographie.                                           | GARNIER.....                 | Calcul différentiel.                                |
| H. BÉNARD.....    | T Mécanique expérimentale des fluides.                  | PÈRES.....                   | Mécanique des fluides.                              |
| A. DENJOY.....    | T Calcul différentiel et calcul intégral.               | HACKSPILL.....               | Chimie (P. C. B.).                                  |
| L. LUTAUD.....    | T Géographie physique et géologie dynamique.            | LAUGIER.....                 | Physiologie générale.                               |
| Eugène BLOCH....  | T Physique théorique et physique céleste.               | TOUSSAINT.....               | Technique Aéronautique.                             |
| G. BRUHAT.....    | Physique.                                               | M. CURIE.....                | Physique (P. C. B.).                                |
| E. DARMOIS.....   | Physique.                                               | G. RIBAUD.....               | T Hautes températures.                              |
| A. DEBIERNE.....  | T Radioactivité.                                        | CHAZY.....                   | T Mécanique rationnelle.                            |
|                   |                                                         | GAULT.....                   | Chimie (P. C. B.).                                  |
|                   |                                                         | CROZE.....                   | Physique.                                           |
|                   |                                                         | DUPONT.....                  | T Théories chimiques.                               |
|                   |                                                         | LANQUINE.....                | Géologie.                                           |
|                   |                                                         | VALIRON ..                   | Mathématiques                                       |

Secrétaire..... A. PACAUD.  
Secrétaire honoraire..... D. TOMBECK.



# RECHERCHES MORPHOLOGIQUES ET GÉNÉTIQUES

sur

## L'ANOURIE CHEZ LA SOURIS

(Avec 13 figures et les planches X-XIII).

### SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| AVANT-PROPOS . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Pages<br>267 |
| PREMIÈRE PARTIE. — HISTORIQUE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
| CHAPITRE PREMIER. — DÉFINITIONS . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 269          |
| I. Anourie et brachyourie spécifiques normales — II. Anourie et brachyourie héréditaires non spécifiques : Oiseaux, Mammifères : Chiens, Chats, Souris : Données génétiques. 2° Données anatomiques. — III. Anourie et brachyourie congénitales, non héréditaires : Oiseaux, Souris, Rats.                                                                                                      |              |
| CHAPITRE II. — MUTATIONS LÉTALES CHEZ LES SOURIS . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 282          |
| 1° Souris jaunes ( <i>A<sup>y</sup></i> ). — 2° Souris panachées (panachure dominante, <i>W</i> ). — 3° Atrichosis ( <i>N</i> et <i>hr</i> ). — 4° Mutations récessives liées à un gène sublétal. — 5° Mutations létales, sans manifestation morphologique.                                                                                                                                     |              |
| CHAPITRE III. — DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES DE LA LIGNÉE ANOURE-BRACHYOURE ÉTUDIÉE . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 289          |
| 1° Origine. — 2° Caractéristiques morphologiques des anomalies :<br>a) Brachyourie simple et brachyourie accompagnée de coudures ;<br>b) Raccourcissement de la queue avec enroulement hélicoïdal ;<br>c) Arrêt du développement embryonnaire d'une seule ou de plusieurs vertèbres ; d) L'anourie et la queue filiforme. — 3° Caractéristiques génétiques de la mutation « queue raccourcie ». |              |
| DEUXIÈME PARTIE. — RECHERCHES PERSONNELLES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| CHAPITRE IV. — PROBLÈME, MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ÉTUDE, MORPHOLOGIQUES ET GÉNÉTIQUES . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 295          |
| CHAPITRE V. — ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DES SOURIS ANOURES. NOTIONS PRÉLIMINAIRES . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 301          |
| 1° Subanoures à pendeloque ( <i>Arp</i> ). — 2° Subanoures à rudiment osseux droit ( <i>Ard</i> ). — 3° Subanoures à rudiment osseux coudé ( <i>Arc</i> ). — 4° Subanoures du type <i>cône filament</i> ( <i>Arcf</i> ).                                                                                                                                                                        |              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Pages |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| CHAPITRE VI. — STOCK GÉNÉRAL (STOCK I) DE SOURIS PRÉSENTANT TOUJOURS UNE SÉGRÉGATION DES DESCENDANTS, MÊME APRES LES CROISEMENTS ENTRE DEUX ANOURES . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 306   |
| Constatations morphologiques sur les individus de la liste I: A. Soudures diverses de vertèbres. — B. Défauts d'ossification du rachis et fusion incomplète de certaines vertèbres au niveau de la ligne médiane. — C. Coudures et courbures du rachis. — D. Modifications paraissant résulter de traumatismes mécaniques. — E. Variations numériques des vertèbres dans les régions lombaire et sacrée. — F. Particularités présentées par l'extrémité postérieure de rachis.  |       |
| CHAPITRE VII. — STOCK II DE SOURIS ANOURES SE REPRODUISANT ENTRE ELLES SANS SÉGRÉGATION DES DESCENDANTS . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 322   |
| Constatations morphologiques sur les individus de la liste II : A. Soudures diverses de vertèbres. — B. Défauts d'ossification du rachis et fusion incomplète de certaines vertèbres au niveau de la ligne médiane. — C. Coudures et courbures du rachis. — D. Modifications paraissant résulter de traumatismes mécaniques. — E. Variations numériques de vertèbres dans les régions lombaire et sacrée. — F. Particularités présentées par l'extrémité postérieure du rachis. |       |
| CHAPITRE VIII. — COMPARAISON ENTRE LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DES DEUX STOCKS . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 336   |
| Soudure. Traumatismes et coudures. Niveau de la terminaison du rachis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
| CHAPITRE IX. — ÉTUDE GÉNÉTIQUE DE L'ANOURIE DANS LE STOCK I. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 341   |
| Remarques préliminaires. — Étude génétique générale des anoures et changements produits dans les proportions de la ségrégation des descendants par l'action post-natale du gène létal.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
| CHAPITRE X. — RÉPARTITION DES FŒTUS DANS LES UTÉRUS GRAVIDES . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 354   |
| CHAPITRE XI. — ÉTUDE DÉTAILLÉE DU COMPORTEMENT GÉNÉTIQUE DES ANOURES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 359   |
| a) Comportement génétique du caractère « queue absente » et son rapport avec le caractère « queue raccourcie ». — b) Comportement génétique des différents subanoures ( <i>Ar</i> ). — c) Distribution des sexes.                                                                                                                                                                                                                                                               |       |
| CHAPITRE XII. — ÉTUDE GÉNÉTIQUE DE L'ANOURIE DANS LE STOCK II . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 369   |
| 1° Croisements de Souris anoures au sein de chaque lignée. — 2° Croisements des anoures ( <i>Au</i> × <i>Au</i> ) provenant de lignées différentes. — 3° Croisements des anoures <i>Au</i> avec des Souris à queue longue.                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
| CHAPITRE XIII. — COMPARAISON DES DONNÉES MORPHOLOGIQUES ET GÉNÉTIQUES DANS LES DEUX STOCKS . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 375   |
| CHAPITRE XIV. — DISCUSSION DES RÉSULTATS OBTENUS . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 386   |
| 1° Anourie mutationnelle. — 2° Anourie spécifique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
| CONCLUSIONS. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 396   |
| INDEX BIBLIOGRAPHIQUE . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 398   |

## AVANT-PROPOS

Ce travail a été entrepris dans le but d'étudier la morphologie précise et la transmission héréditaire de l'anourie, apparue par mutation dans un élevage de Souris, les données ainsi obtenues pouvant fournir quelques indications sur le mécanisme génétique de l'organogenèse et sur l'origine des espèces naturelles anoures.

Il a été commencé à l'Institut du Radium et terminé au Laboratoire d'Evolution des Etres Organisés.

Le sujet m'en a été suggéré par Mme le professeur N. A. DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, qui fut pour moi un maître excellent et très autorisé et n'a cessé de s'intéresser directement à mes recherches. Je la prie de croire à ma reconnaissance et à mon affectueux attachement.

Je remercie mon maître, M. le professeur M. CAULLERY, de m'avoir admis au nombre de ses élèves et de m'avoir assuré des conditions matérielles très favorables ; je lui garderai ma profonde gratitude du bienveillant intérêt qu'il m'a témoigné pendant les années passées dans son Laboratoire. Sa profonde connaissance des problèmes de Génétique et ses conseils précieux m'ont beaucoup aidé dans mes recherches.

Je dois beaucoup à M. le professeur Claude REGAUD, qui m'a attaché pendant plusieurs années à l'Institut du Radium, ce qui m'a rendu possible de terminer mes études en sciences naturelles et de prendre contact avec les recherches expérimentales. Cela a mis également à ma disposition les animaux du stock mutant de Mme DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et les moyens matériels pour l'élevage, qu'offrait l'Institut du Radium, ainsi que les commodités de ses services annexes (radiographie, photographie, etc.).

M. le professeur S. J. METALNIKOV voudra bien accepter l'assurance de ma profonde reconnaissance ; c'est lui qui a guidé mes premiers pas scientifiques et qui a déterminé leur orientation.

Je prie la Faculté des Sciences d'agréer mes remerciements pour la bourse qu'elle m'a accordée sur la fondation Arconati-Visconti et

sans laquelle il ne m'aurait pas été possible de terminer ce travail.

Je ne saurais oublier mes collègues, le docteur S. VERETENNIKOFF, le docteur G. GRICOUROFF, M. de LARAMBERGUE, P. GAVAUDAN et G. DEFLANDRE, qui m'ont rendu maints services dans son achèvement.

Enfin je remercie M. PATÉRON, chef d'Atelier au Laboratoire d'Evolution, pour l'aide précieuse que j'ai souvent trouvée auprès de lui.

---

## PREMIÈRE PARTIE

### HISTORIQUE

---

#### CHAPITRE PREMIER

##### DÉFINITIONS

Des cinq régions de la colonne vertébrale, la caudale est celle qui offre dans l'ensemble le plus de variation, à la fois quant au nombre, à la longueur et à l'état des vertèbres. Le Python n'a pas moins de 422 vertèbres caudales, certains Cheiroptères n'en ont aucune. Dans un groupe restreint, ordre, famille ou genre, ces variations peuvent être encore très marquées. A côté des formes à queue longue, bien constituée et renfermant des vertèbres assez nombreuses, distinctes et normales, s'en trouvent d'autres, où cet organe est court, composé d'un nombre restreint de vertèbres, parfois mal formées, ce sont des formes *brachyours* ; d'autres encore, où la queue a disparu complètement comme appendice et n'est plus représentée que par un très petit nombre de vertèbres cachées sous la peau du tronc et, dans beaucoup de cas, plus ou moins soudées en un coccyx ; ce sont des formes *anours* ; cette réduction de la queue peut d'ailleurs aller jusqu'à la disparition totale des vertèbres caudales.

Il y a lieu d'établir immédiatement une distinction fondamentale entre les divers cas de brachyourie et d'anourie. Ces régressions peuvent être la caractéristique normale et universelle des individus d'une espèce (*brachyourie* ou *anourie* spécifique *normale*), ou bien elles sont, dans une espèce, par rapport au type général, une anomalie, soit *raciale*, soit *sporadique*, et dans ce cas purement indivi-

duelle et non susceptible de transmission, ou bien *mutationnelle* et *héréditaire*. L'anourie raciale peut être considérée comme le résultat permanent et fixé d'une mutation plus ou moins ancienne.

### I. — Anourie et brachyourie spécifiques normales.

L'anourie ou la brachyourie spécifique normale se rencontrent dans des groupes divers d'importance plus ou moins considérable ; les passer en revue constituerait tout un chapitre d'anatomie comparée. Bornons-nous à envisager la forme externe de ces variations.

L'anourie est générale dans deux grands groupes de Vertébrés, les Batraciens dits *Anoures* (ou *Ecaudata*) et les *Oiseaux*. Parmi ces derniers, seul l'*Archæopteryx* présente une queue normale. Les Oiseaux et les Batraciens anoures actuels n'ont plus qu'un coccyx. Chez les Anoures, les vertèbres faisant suite à la région sacrée (réduite elle-même à une ou deux vertèbres) sont fusionnées en un seul os, l'urostyle, ou coccyx, soudé à la vertèbre sacrée postérieure. Le nombre des vertèbres ainsi soudées en un coccyx n'est pas inférieur à 12. En dépit des apparences, il y a là plutôt une brachyourie qu'une véritable anourie.

Chez les Reptiles, quelques genres ont une région caudale très raccourcie. Citons, par exemple, les *Uromastix* (Agamidæ) qui n'ont que 20 vertèbres caudales <sup>(1)</sup>, les *Eryx* et les *Charina* (Boïdæ), etc...

Chez les Mammifères le nombre des vertèbres caudales varie largement, atteignant 49 chez *Manis macrura* (Edentés) et tombant à 0 chez certains Cheiroptères (*Pteropus edwardsi*, *P. fuscus*). Voici quelques rapides indications sur la réduction de la queue dans divers ordres :

*Marsupiaux*. — L'anourie ne se rencontre que dans le genre *Phascolarctus*, avec 11 espèces ayant de 8 à 10 vertèbres caudales.

*Insectivores*. — *Chrysochloridæ* : 7 vertèbres caudales ; *C. inaurata*, *C. obtusirostris*.

(1) Numération faite, grâce à l'obligeance de M. ANTHONY, sur des spécimens du Muséum.

*Centetidae* : *Gentetes ecaudatus*. — 9-10 vertèbres caudales, formant, comme chez les *Chrysochloris*, un coccyx rudimentaire.

*Cheiroptères*. — Cet ordre renferme beaucoup de genres et d'espèces à queue très réduite ou nulle. Le nombre des vertèbres caudales y est au plus de 13 (*Vespertilio ursinus*, *Phyllorhina vittata*) et tombe à 0 chez *Pteropus edwardsi*. L'ordre tout entier peut être considéré comme brachyoure ou anoure, beaucoup d'espèces n'ayant qu'une, deux ou trois vertèbres caudales ; tels sont divers *Phyllotomidae* et *Pteropidae*.

*Edentés*. — Divers *Cholæpus* et *Bradypus* n'ont que 6 à 8 vertèbres caudales.

*Rongeurs*. — De nombreux genres et espèces ont la queue plus ou moins courte, notamment dans les *Caviidae*.

*Artiodactyles*. — On peut y citer comme ayant une queue courte les Lamas, les Chevreuils, les Chamois (*Rupicapra*) et les *Budorcas*.

*Primates*. — On trouve des espèces ou des genres à queue réduite parmi les Lémuriens (*Indris brevicaudatus*, 9-14 vertèbres caudales ; *Nycticebus*, anoure ; *Arctocebus*, brachyoure, etc.).

Chez les Singes proprement dits, on peut citer comme anoure une espèce d'Hapale (*Hapale pygmaeus*), les *Mandrils*, certains *Macacus* comme le *Macacus inuus* (*M. sylvanus* L.) d'Afrique du Nord, les autres espèces des mêmes genres étant pourvues d'une queue plus ou moins longue comme *Inuus cynomolgus* (26 vertèbres caudales).

Enfin les Anthropomorphes sont anoures. Les *Gibbons* n'ont que 2 à 4 vertèbres caudales, l'Orang-Outang en a 4, le Chimpanzé 5 <sup>(1)</sup>.

Chez l'*Homme*, la région caudale est représentée par le coccyx qui est formé par la fusion de 3 à 5 vertèbres <sup>(2)</sup>. Chez l'embryon (FOL, 1885, PHISALIX, 1887) le nombre des vertèbres caudales est un peu plus élevé. L'embryon de 5 semaines (8-9 millimètres de longueur) a, en tout, 38 vertèbres (au lieu de 34 chez l'adulte) ; chez celui de 12 millimètres, les trois dernières se confondent en une seule masse ; le nombre définitif de 34 est réalisé sur celui de 19 millimètres.

On a constaté un certain nombre de réapparitions individuelles

<sup>(1)</sup> BATESON (1894) a relevé quelques variations de ces nombres.

<sup>(2)</sup> Statistique de LE DOUBLE (1912) sur 435 cas : 56 fois 3 vertèbres ; 290 fois 4, 89 fois 5.

de l'appendice caudal chez l'Homme <sup>(1)</sup>. Il est implanté sous la pointe du coccyx et on a constaté un cas où il atteignait 20 centimètres de longueur sur 2 à 3 de largeur à la base. Mais la colonne vertébrale n'y pénètre en général pas et il ne renferme que du tissu conjonctif avec des vaisseaux et des nerfs.

## II. — Anourie et brachyourie héréditaires non spécifiques.

### Oiseaux.

Le pygostyle, qui représente le reste de la queue chez les Oiseaux, disparaît lui-même parfois chez les Poules. GODRON (1865) a décrit des *Poules sans croupion*, chez lesquelles cette anomalie était héréditaire. DARWIN (1883) en a donné la première description anatomique détaillée. DAVENPORT (1906) en a réalisé la première étude génétique, en croisant des individus *rumplless* et normaux. Il a obtenu ainsi 28 *rumplless* et 27 normaux, approximation remarquable de la ségrégation 1 : 1. DUNN (1925-1926), dans des croisements similaires, a totalisé 245 *rumplless* : 267 normaux, soit encore 1 : 1. Des croisements *rumplless*  $\times$  *rumplless* lui ont fourni 9 *rumplless* : 3 normaux, soit un rapport 3 : 1. Les *rumplless* doivent, d'après l'auteur, être hétérozygotes. L'absence des *rumplless* purs semble indiquer la liaison de ce caractère avec un effet léthal. LANDAUER et DUNN (1925), en examinant 8 Poules sans croupion, ont constaté qu'elles étaient dépourvues de vertèbres caudales du pygostyle (qui représente 6 vertèbres soudées) et de deux vertèbres du synsacrum sur 16 ; elles ne possédaient donc que 14 vertèbres synsacro-caudales au lieu de 22.

LIBON (1911) et du TOIT (1913) ont étudié embryologiquement la constitution de la queue des Poules sans croupion. D'après le premier toutes les vertèbres caudales sont représentées jusqu'au 12<sup>e</sup> jour ; d'après le second, elles manqueraient d'emblée.

(1) Voir HARRISSON (1901), SCHWARZ (1912), CONSTANTINOWITCH (1917), etc.

*Mammifères.*

Des cas individuels d'anourie ou de brachyourie ont été signalés occasionnellement chez des Mammifères sauvages normalement caudés, sans qu'on ait pu rien apprendre de leur nature héréditaire. La presque totalité des cas, où l'anourie et la brachyourie non spécifiques ont pu être analysées, est relative au *Chien*, au *Chat* et à la *Souris* <sup>(1)</sup>.

*Chiens.*

Chez les Chiens, la queue est sujette à des variations dans sa longueur et le nombre de ses vertèbres. Normalement la queue est composée de 19 à 22 vertèbres, elle peut être réduite à 5 <sup>(2)</sup>.

BUFFON (1766, t. 14, p. 322) a attiré le premier l'attention sur des Chiens sans queue et dit s'être assuré que « cette race existe et qu'elle se perpétue par la génération ». LANGSDORF (1812) signale la même anomalie chez des Chiens du Kamtchatka.

Divers auteurs, au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, ont décrit des portées issues de Chiens sans queue et comprenant plus ou moins d'individus anoures [GODRON (1865), GURLT (1877)]. PIÈTREMONT (1886), DINGFELDER (1887), etc. ont décrit des anomalies de la queue.

La première étude systématique de la transmission de ces anomalies est due à Ph. de VILMORIN (1913), qui a employé à cet effet des races anoures (*braques bourbonnais*, *bergers hongrois*, *ship-perkes*) et brachyours (*braques d'Auvergne*, *braques allemands*, *épagneuls bretons*). Dix-sept portées, issues de croisements entre anoures ou brachyours et Chiens normaux, ont fourni 100 petits,

(1) On a signalé ainsi quelques-uns chez le *Cheval*, le *Bœuf* et le *Porc*. WALTERTON (1893) relate le cas d'une jument, qui produisit successivement trois poulains sans queue et présume qu'il s'agirait d'une condition héréditaire.

(2) BONNET (1889), chez les Chiens brachyours, trouve 9-13 vertèbres caudales, les dernières vertèbres (à partir de la 8<sup>e</sup>) plus ou moins modifiées et synostosées. CORNEVIN et LESBRE (1896), chez le Chien de la race « Braque sans queue du Bourbonnais », observent 6 vertèbres caudales synostosées. DEROQUE et GADEAU DE KERVILLE (1904), sur le Chien dit anoure, ont trouvé 7 vertèbres caudales et BERG (1912) signale, sur les Schipperkes des Pays-Bas, 3 vertèbres sacrées et 5 caudales.

dont 48 anoures ou brachyoures et 52 normaux. Deux portées, provenant de croisements *anoures*  $\times$  *brachyoures*, ont fourni 8 petits, dont 6 brachyoures et 2 normaux ; — quatre croisements *anoure*  $\times$  *anoure* ont produit 13 petits, dont 8 anoures et 6 normaux. L'auteur estime que l'absence ou la réduction de la queue est un caractère dominant, ne se transmettant qu'à l'état hétérozygote, les homozygotes n'étant point viables (effet *léthal*).

Les croisements *anormal*  $\times$  *normal* ont en effet sensiblement produit les proportions 1 : 1. Les croisements d'anormaux entre eux au lieu de fournir la ségrégation habituelle 1 : 2 : 1 ont produit en tout 14 anoures ou brachyoures pour 7 normaux, soit le rapport 2 : 1, qui correspond à la disparition d'une des catégories d'homozygotes. De plus, le nombre moyen des petits par portée se trouve abaissé à 3,5, au lieu de 5,9 pour les croisements *anormal*  $\times$  *normal*.

On peut citer encore les recherches analogues, plus récentes de KLODNITZKY et SPETT (1925) et de LIENHARD (1932). Elles s'accordent avec celles de VILMORIN sur la dominance de l'anomalie, mais LIENHARD nie l'existence d'un facteur léthal et invoque, pour expliquer les statistiques, des facteurs multiples.

### *Chats.*

Le nombre et la longueur des vertèbres caudales présentent, chez les Chats comme chez les Chiens, des variations considérables. De 22 à 23, nombre normal, il s'abaisse dans certains cas jusqu'à 4. De nombreux auteurs, tels que DARWIN (1868), MIVART (1881), DÖDERLEIN (1887), HIND (1889), WEIR (1889), etc. ont signalé diverses races européennes ou exotiques offrant des anomalies caudales. La plus étudiée à cet égard a été celle des Chats sans queue de l'île de Man. On y trouve 4-6 vertèbres caudales. ANTHONY (1899), sur une Chatte âgée, a constaté 6 vertèbres, dont les trois premières à peu près semblables à celles du Chat normal, les deux suivantes réduites, la dernière représentée par un osselet soudé à la précédente.

KENNEL (1901) en Esthonie, BERG (1912) en Allemagne, ont trouvé également 6 vertèbres, chez des Chats anoures apparus sporadiquement. Ces auteurs ont aussi fourni des données précises sur des Chats brachyoures de provenances diverses.

On trouve, dans la bibliographie, diverses observations relatives à l'apparition d'individus anoures et brachyoures issus de croisements accidentels, auxquels avait participé un Chat anoure de l'île de Man. ANTHONY (1899) a effectué le premier des croisements surveillés entre une Chatte anoure de l'île de Man et des mâles normaux. Elle a fourni, en six portées, 24 petits, dont 10 anoures, 4 brachyoures et 10 normaux.

KENNEL (1901) rapporte l'observation d'une Chatte anoure d'Esthonie (où il n'existe pas de race anoure connue), qui, dans des croisements avec des mâles à queue longue, a eu, en six portées, 28 petits, dont 12 anoures, 4 brachyoures et 12 normaux. Ces deux observations d'ANTHONY et de KENNEL indiquent que l'anomalie est héréditaire et dominante.

### *Souris.*

Chez les Souris (*Mus musculus*), la longueur normale de la queue varie entre 65 et 95 millimètres et le nombre de vertèbres entre 26 et 31.

Dans cette espèce, qui a fait, depuis 1900, l'objet de recherches génétiques considérables, on a rencontré un certain nombre de mutations se traduisant par divers degrés de raccourcissement de la queue allant jusqu'à l'anourie.

LANDOIS (1900) a obtenu une Souris à peu près anoure (queue réduite à 3 mm.) et en même temps ectromèle.

### I. — *Données génétiques.*

LANG (1912-1914) fut le premier à analyser génétiquement une mutation *queue courte*, apparue dans une portée de Souris normales, d'origine française, chez un mâle. La queue n'avait que 39 millimètres, au lieu de 76 à 95 millimètres chez les autres individus de la portée. Le croisement répété de ce mâle avec une de ses sœurs a donné, en onze portées, 98 descendants, dont 48 brachyoures à divers degrés et 50 normaux.

Voici les résultats de trois types de croisements effectués entre les représentants de cette lignée <sup>(1)</sup>.

1° Les couples de normaux ont donné exclusivement des normaux (182), en 28 portées, soit un nombre moyen de 6,5 petits par portée.

2° Les croisements entre *normaux* et *brachyoures*, et *normaux* et un unique *anoure* ont fourni un mélange d'individus normaux et d'anormaux, présentant divers degrés de raccourcissement de la queue. 83 portées ont fourni 519 descendants (nous négligeons 7 individus indéterminés), se répartissant en 12 *anoures*, 93 *très-brachyoures* (queue de moins de 19 mm.), 146 *brachyoures moyens* (queues de 19 à 78 mm.), 268 *normaux*, soit 251 *anormaux* et 268 *normaux*. Ainsi la ségrégation obtenue est du type 1 *anormal* : 1 *normal*, caractéristique de croisements des hétérozygotes avec des homozygotes récessifs. Le nombre moyen de petits par portée est de 6,3.

3° Les couples d'anormaux ont donné également des anormaux présentant divers degrés de raccourcissement de la queue et des normaux : 80 portées totalisèrent 352 petits (en négligeant 10 individus indéterminés) qui se répartissaient de la façon suivante : 4 *anoures*, 23 *brachyoures*, très prononcés, 170 *brachyoures moyens*, 155 *normaux*, soit 197 *anormaux* et 155 *normaux*. Le nombre moyen de petits par portée est de 4,5. Ainsi la ségrégation se présente en apparence, beaucoup plus près du rapport 1 *anormal* : 1 *normal* que du rapport 2 *anormaux* : 1 *normal*.

En poursuivant ces recherches, l'auteur signale encore les faits suivants : 1° la vitalité des Souris dépend du degré de raccourcissement de la queue, les anormaux complètement sans queue, ayant la plus faible vitalité. 2° Une diminution de la capacité de reproduction accompagne le raccourcissement de la queue, comme cela ressort de la comparaison des résultats de croisement de couples suivants :

a) *Normal*  $\times$  *Normal* (queues variant de 78 à 95 mm.)  $\rightarrow$  100 0/0 de couples féconds.

b) *Normal*  $\times$  *queue légèrement raccourcie* (queues variant de 65 à 78 mm.)  $\rightarrow$  80 0/0 de couples féconds.

(1) Cette lignée est désignée par LANG sous le nom de la lignée du préparateur ALFRED NÆGELI.

c) *Queue courte*  $\times$  *queue courte* (queues variant de 19 à 65 mm.)  $\rightarrow$  63,16 o/o de couples féconds.

d) *Queue courte*  $\times$  *queue très courte* (queues variant de 1 à 19 mm.)  $\rightarrow$  39 o/o de couples féconds.

e) Les couples de progéniteurs chez lesquels le raccourcissement de la queue est encore plus accusé, restent stériles.

3° Le nombre moyen de petits par portée est plus faible lorsque les parents ont la queue raccourcie. Nous avons vu que les couples de *normaux* donnaient en moyenne 6,5 jeunes par portée, les couples du type : *normal*  $\times$  *queue raccourcie* 6,3, les couples : *queue courte*  $\times$  *queue courte* seulement 4,5.

Pour savoir si les *anoures*, ou les *brachyours* à *queue très courte*, de cette lignée, ne mouraient pas au cours du développement embryonnaire, DAIBER (1914) a disséqué 25 femelles à queue raccourcie, à un stade avancé de gestation. L'auteur n'a pas trouvé d'embryons abortifs, parmi les 134 embryons disséqués, qui se développaient jusqu'alors normalement et présentaient différents degrés de raccourcissement de la queue.

DUBOSCQ (1922) a, lui aussi, rencontré une mutation caudale, sous forme d'une femelle anoure, dans la descendance de Souris normales provenant de l'Institut Pasteur. Cette femelle anoure, en 8 portées (7 avec un frère normal, 1 avec un fils normal), a produit 8 individus anoures, 16 normaux et 1 individu indéterminé. La vitalité des anoures est très précaire, raison pour laquelle on ne retrouve pas ici la proportion 1 *anormal* : 1 *normal*, comme dans l'élevage de LANG.

Tout récemment, DUNN (1934) a encore observé une mutation se manifestant par un raccourcissement appréciable de la queue à la naissance et allant d'une réduction du quart de la longueur à l'anourie complète. Cette anomalie s'accompagne dans cette lignée de mouvements choréiformes, apparaissant à partir du 5<sup>e</sup> jour. DUNN désigne l'ensemble de ces anomalies par le symbole *shaker short* ( $s_s'$ ). Les mutants homozygotes de cette lignée sont stériles. En croisant les hétérozygotes qui ont un aspect normal, il a obtenu, dans l'ensemble, 120 descendants, dont 85 normaux et 35 brachyours, soit une ségrégation se rapprochant du rapport 3 : 1.

2. — *Données anatomiques.*

Au point de vue anatomique, le raccourcissement de la queue se traduit par la réduction du nombre des vertèbres et très souvent aussi par des malformations osseuses.

VALLOIS (1924) a étudié 6 individus anoures de la lignée obtenue par DUBOSCQ (1922); une de ces Souris portait une *queue filamenteuse* de 6 millimètres de longueur. L'examen histologique de ce filament démontra qu'il ne contenait ni pièce squelettique, ni cartilage, ni tissu musculaire; l'épiderme était couvert d'écailles disposées en 18 rangées concentriques régulières. Trois autres spécimens présentaient une absence complète de queue. Les deux derniers animaux étudiés laissaient voir extérieurement un rudiment caudal d'une longueur de 1 millimètre chez l'un et de 4 millimètres chez l'autre.

Les modifications du squelette constatées au cours de cette étude étaient les suivantes. Chez toutes les Souris normales de la lignée DUBOSCQ, l'auteur n'observa, à la dissection, que 2 vertèbres sacrées et 26 vertèbres caudales. Chez la Souris à queue filamenteuse, le rachis s'arrêtait sur la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée; chez les trois autres Souris anoures, le rachis s'arrêtait à un niveau différent: chez la première sur la première vertèbre sacrée, chez la deuxième sur la deuxième sacrée qui était dépourvue d'apophyses, et, chez la troisième Souris, la première vertèbre caudale était conservée, le sacrum étant composé de deux vertèbres. Les deux dernières Souris à queue rudimentaire possédaient, en plus de deux vertèbres sacrées, l'une 4 vertèbres caudales raccourcies et l'autre 6 vertèbres caudales élargies.

Outre l'anourie et la brachyourie, on a signalé quelques autres mutations de la queue. Telle est la *queue coudée* (PLATE, 1910, 1913) (*Schwanzknick-Blastovariation*), qui est caractérisée par la présence d'un, de deux ou de trois coudes de la queue. Les coudures peuvent se trouver à la base, au milieu, ou à l'extrémité de la queue.

BLANK (1916) a étudié cette mutation anatomiquement, et il a trouvé que ces coudures provenaient d'une soudure précoce, chez l'embryon, de deux vertèbres successives. La soudure étant limitée à un seul côté des faces vertébrales en contact, entraîne par anky-

lose unilatérale, une flexion de l'axe squelettique. La fusion totale de deux vertèbres a été également observée chez des Souris à queue normalement longue, mais provenant de la même souche. L'auteur a conclu qu'il existe probablement un facteur héréditaire latent, qui tend à déterminer une fusion des corps vertébraux, et, par suite, le raccourcissement de l'organe. Pour lui l'exagération de ce processus conduirait à la brachyourie et même à l'anourie. HUNT et PERMAR (1928) ont décrit une mutation analogue, sous le nom de *queue flexueuse* (*flexed tail*) <sup>(1)</sup>.

L'analyse génétique de la mutation *queue coudée*, faite par PLATE (1910-1913), a montré qu'elle est transmissible par hérédité ; le mode de cette transmission n'est pas facile à établir, et il est très probable qu'il ne dépend pas d'un seul facteur héréditaire. Ainsi, deux Souris à queue coudée, croisées entre elles, donnent une descendance comportant une forte majorité d'individus présentant cette particularité (9 sur 10). Les croisements entre les Souris normales et les Souris à queue coudée, ainsi que les croisements entre deux progéniteurs à queue droite, mais issus de parents à queue coudée, donnent une descendance où prédominent des individus à queue droite. Ces constatations amènent l'auteur à conclure « que la grande variabilité de la malformation permet de penser qu'elle est en rapport avec plusieurs unités héréditaires qui, par analyse rigoureuse pourront, peut-être, se ramener au schéma de Mendel.

L'étude génétique de l'anomalie *queue flexueuse* a amené HUNT et PERMAR (1928) à supposer l'existence d'un gène récessif correspondant au caractère *queue flexueuse*.

### III. — Anourie et brachyourie congénitales non héréditaires.

Les formes anoures et brachyours de cette catégorie ont été observées chez les Oiseaux et les Mammifères (Rongeurs).

(1) Notons en passant que cette anomalie de coudure existe certainement chez d'autres espèces. Ainsi NORDBY (1934) signale l'apparition chez les porcs d'une mutation *queue coudée* (*kinky*) comparable à la mutation *flexed*. Cette mutation de queue consiste dans l'apparition d'une seule ou de plusieurs coudures, résultant de la fusion de 2 ou plusieurs vertèbres. L'étude génétique de ce caractère montre qu'il est récessif par rapport au type normal.

*Oiseaux.* — DAVENPORT (1906) signale, pour la première fois, l'apparition des Poules sans croupion (rumpless) ne transmettant pas cette anomalie par hérédité. En croisant un mâle « rumpless » avec des femelles normales, il a obtenu 52 descendants tous normaux. DUNN (1925) cite également des anomalies de cet ordre. Ces Poules sans croupions, croisées avec des mâles normaux, donnent, dans la 1<sup>re</sup> génération, des descendants normaux; on aurait donc pu penser à une anomalie récessive. Mais les animaux de la 1<sup>re</sup> génération, accouplés entre eux, ont fourni également une descendance normale. Cette absence de ségrégation en F<sub>2</sub> est une preuve suffisante de la nature non héréditaire de l'anomalie en question. En ce qui concerne la fréquence d'apparition des Poules sans croupion dans un élevage, l'auteur trouve qu'elle est de l'ordre de 1 sur 1.000.

LANDAUER et DUNN (1925) ont également étudié trois Poules avec « rumplessness » non héréditaire. Ces Poules accusaient les modifications vertébrales semblables à celles des Poules sans croupion, transmettant cette anomalie par hérédité.

*Mammifères.* — Les cas de cet ordre ont été observés chez la Souris et chez le Rat.

*Souris.* — VALLOIS (1924) signale un lot de brachyours, trouvés dans un élevage de Souris à queue longue. Cet élevage provenait, en partie et après plusieurs générations, de la Souris anoure, fondatrice de la lignée de DUBOSCQ décrite plus haut.

Ce lot était composé de 14 Souris plus ou moins brachyours, dont 9 étaient en outre atteintes d'ectromélie. Les croisements de ces Souris brachyours, soit entre elles soit avec des sujets normaux, n'ont donné qu'une descendance normale.

VALLOIS (1924) a fait l'étude morphologique du lot de Souris précité, et il a trouvé, chez ces animaux, de 9 à 21 vertèbres caudales.

*Rat.* — CORSY (1908) a décrit, pour la première fois, un Rat sans queue (*Mus rattus*). L'examen du squelette de ce Rat a démontré que le sacrum était composé de 5 parties, suivies d'une pièce osseuse, légèrement déviée à droite; cette dernière, d'après l'auteur, représentait le squelette caudal.

Miss CONROW (1915-1917) signale, dans deux publications successives, l'apparition de Rats anoures (*Mus norvegicus albinus*), dans un élevage du Wistar Institute de Philadelphie. Cet auteur a fait l'étude anatomique de 5 individus et a trouvé de profondes modifi-

cations du rachis. Les vertèbres sacrées ont été parfois réduites à une seule pièce (normalement 4). Les vertèbres caudales sont tantôt complètement absentes, tantôt il n'en reste que des vestiges rudimentaires, sous forme de pièces déformées. L'auteur ne se prononce pas sur la nature héréditaire de cette anomalie, mais elle démontre expérimentalement, en amputant à la naissance la queue de Rats normaux, qu'elle est bien congénitale : l'amputation laisse subsister toujours les quatre premières vertèbres caudales et la moitié de la cinquième, tandis que dans les anoures congénitaux, le rachis se termine parfois au niveau de la première vertèbre sacrée.

KING (1931) a fait l'étude génétique des Rats anoures, apparus au Wistar Institute of Anatomy. L'auteur n'a obtenu, à travers deux générations ( $F_1$  25 et  $F_2$  132 individus), que des descendants normaux.

HUTT et MYDDLAND (1932) ont trouvé également un mâle anoure (*Rattus norvegicus*) dans un élevage de Rats de la « Champion Animal Food Cy » de Minneapolis. Tous les descendants de ce mâle, au nombre de 229, étaient normaux, aussi bien dans  $F_1$  et  $F_2$  qu'après les rétrocroisements. L'étude anatomique de ce mâle anoure a démontré que les vertèbres lombaires et les vertèbres sacrées étaient normales (au nombre de 6 et 4 respectivement), tandis que la région caudale était réduite à une vertèbre déformée et soudée à la dernière sacrée.

L'apparition des Rats anoures dans les élevages est extrêmement rare : d'après la statistique de KING, l'élevage du Wistar Institute n'a fourni, de 1907 à 1930, que 16 cas d'anourie sur 171.000 Rats. D'après la statistique d'EVANS, faite sur l'élevage du Laboratoire d'Anatomie de l'Université de Californie, on n'a trouvé que 2 Rats anoures sur 60.000 enregistrés.

Nous avons cru utile de réunir dans ce paragraphe, des cas d'anourie non héréditaire signalés dans la littérature, pour faire ressortir la distinction entre le phénomène purement somatique, non héréditaire, qui n'a aucune signification évolutive et la mutation vraie, dont le rôle probable dans l'origine des variations raciales a été déjà mis en évidence dans le paragraphe précédent.

## CHAPITRE II

### MUTATIONS LÉTALES CHEZ LES SOURIS

A côté des gènes régissant la transmission de particularités morphologiques caractéristiques d'une race, d'une espèce, etc. (couleur de la robe, longueur des oreilles, couleur des yeux, structure des ailes, etc.), il existe d'autres gènes déterminant des manifestations d'ordre physiologique. Certains de ces derniers gènes ont pour conséquence de compromettre la vitalité de l'organisme; on leur a donné le nom de *gènes létaux*.

Un gène *léta*l (du latin *letalis*, mortel) tue l'individu qui le porte, à moins que son influence nocive ne soit corrigée par la présence d'un gène allélomorphe normal. Par conséquent, les homozygotes pour un caractère létal ne sont pas viables, et ces gènes ne peuvent survivre qu'à l'état d'hétérozygotie.

On distingue des gènes létaux, les gènes *sublétaux*. Cette distinction est difficile à préciser; cependant, elle peut être basée sur le fait que l'effet des gènes létaux se manifeste en tuant l'individu qui en est porteur pendant la vie embryonnaire, tandis que les effets nocifs des gènes *sublétaux* ne se réalisent que plus ou moins tard après la naissance.

On divise les gènes létaux en deux catégories (MORGAN, MULLER et MOHR), suivant la phase à laquelle leur action néfaste se produit : 1° *Gènes létaux gamétiques ou goniques* et 2° *gènes létaux zygotiques*. Les premiers entraînent la mort à la phase de gamète haploïde, les seconds — après la fécondation — à la phase diploïde. La plupart des gènes létaux gamétiques connus sont relatifs à des plantes, la phase haploïde y étant suffisamment longue pour que l'action néfaste du gène létal ait le temps de se manifester. Dans le règne animal, les gènes létaux connus sont tous zygotiques et tuent les fœtus à un stade déterminé du développement embryonnaire. Un Hyménoptère *Habrobracon brevicornis* (WHITING, 1921) présente jusqu'à ce jour la seule exception connue. On sait que les

mâles de cet insecte se développent parthénogénétiquement et sont haploïdes. Or, ceux d'entre eux qui devraient avoir les yeux de couleur orange sont tués par l'action d'un gène létal, lié à ce caractère, pendant leur transformation en chrysalide, par suite de l'incapacité des larves à élaborer le cocon.

Les gènes létaux connus sont toujours récessifs ( $l$ ) et ils se trouvent liés (*closely linked*) à des gènes régissant les manifestations de certains caractères ( $A$ ). Ces caractères sont dominants dans la majorité des cas ( $Al$ ) mais ils peuvent être parfois également des caractères récessifs ( $al$ ). Si l'on désigne par  $L$  l'alléломorphe du gène létal  $l$ , le croisement entre hétérozygotes, seuls viables, donne les proportions suivantes : 1°  $AaLl \times AaLl = 1AAll : 2AaLl : 1aalL$ . Mais les homozygotes dominants ( $AAll$ ) périssent et la ségrégation donne en réalité 2 *anormaux* (hétérozygotes) : 1 *normal* (homozygote récessif). Dans le cas où le gène létal  $l$  est lié à un gène récessif  $a$ , on a : 2°  $AaLl \times AaLl = 1AALL : 2AaLl : 1aall$ . Les homozygotes récessifs ( $aall$ ) sont supprimés ; la progéniture réelle consistera génétiquement encore en 2 hétérozygotes pour 1 normal (homozygote dominant), mais phénotypiquement tous ces descendants seront normaux.

### 1° *Souris jaunes* ( $A^y$ ).

Le phénomène de létalité a été découvert par CUÉNOT (1905, 1908) chez la *Souris jaune* ( $A^y$ ). Cet auteur a fait croiser *inter se* 81 *Souris jaunes*, dont tous les parents étaient eux-mêmes jaunes depuis plusieurs générations. La ségrégation a toujours eu lieu, ce qui prouve qu'aucun des progéniteurs n'était homozygote. Étant hétérozygotes et le caractère jaune étant dominant, ces *Souris jaunes* devraient donner une ségrégation d'après la formule mendélienne 1 : 2 : 1, soit phénotypiquement 3 *jaunes pour 1 non jaune* ; or les proportions furent 72,5 0/0 de jaunes et 27,5 0/0 de non jaunes. CUÉNOT expliqua l'absence des homozygotes, dans ce cas, par l'impossibilité de la copulation entre gamètes renfermant tous deux le gène de la coloration jaune. Les ovules ayant ce gène, resteraient ainsi non fécondés par les spermatozoïdes de la même composition génétique, et le seraient par les spermatozoïdes exempts de ce gène. Ceci expliquerait (le jaune dominant toutes les autres colorations).

tions) l'excès des hétérozygotes jaunes qu'il avait obtenu comme résultat de ces croisements.

CASTLE et LITTLE (1910), LITTLE (1911), Miss DURHAM (1908, 1911), DUNN (1916) et PLATE (1918) ont entrepris à leur tour l'étude génétique de la transmission héréditaire du caractère « jaune » chez la Souris. Les Souris jaunes, accouplées entre elles, ont à nouveau donné une descendance composée de deux classes : *a*) descendants à robe jaune et *b*) descendants d'autres couleurs. En totalisant les résultats obtenus par ces auteurs et en y ajoutant ceux de CUÉNOT, on trouve, sur un total de 2.950 individus : 1.966 à robe jaune et 984 individus d'autres couleurs, soit les proportions 2 : 1 (*2 individus jaunes pour 1 individu d'une autre couleur*). Cette suppression du groupe homozygote dominant jaune dans la formule normale 1 : 2 : 1 a permis aux auteurs de conclure que la mutation dominante « robe jaune » est létale et que les homozygotes dominants (un quart du nombre total des descendants) périssent par suite de l'action néfaste du gène létal.

Afin d'établir si les homozygotes jaunes déficients existent réellement, et à quel moment ils périssent, KIRKHAM (1916, 1917, 1919) et IBSEN et STEIGLEDER (1917) ont procédé à la dissection des utérus gravides, après des croisements de Souris jaunes entre elles ; ils ont obtenu, au total, 447 embryons dont 120 abortifs, soit approximativement 1 embryon abortif pour 3 embryons viables c'est-à-dire la proportion prévue par la théorie. Les embryons abortifs, d'après KIRKHAM (1919), cessent de vivre au moment de la fixation de la blastula à la paroi utérine. KIRKHAM, IBSEN et STEIGLEDER signalent également la présence d'embryons abortifs dans les utérus gravides de Souris après les croisements *jaune*  $\times$  *non jaune* et même *non jaune*  $\times$  *non jaune*, mais dans une proportion très minime, ce qui doit relever d'autres causes.

De l'ensemble des recherches des auteurs cités ci-dessus, il ressort que la coloration jaune est régie par un gène dominant et l'effet létal par un gène récessif. Les homozygotes dominants existent dans les utérus gravides, mais ils meurent à l'état de zygotes par suite de l'effet du gène létal.

D'autre part, DANFORTH (1927) a trouvé, chez les Souris jaunes parvenues à un certain âge, une *obésité héréditaire*, régie par le même facteur que la coloration jaune.

2° *Souris panachées (panachure dominante, W).*

Un autre caractère léthal (ou plutôt sublétal) a été trouvé en connexion avec une panachure dominante (*W*) (LITTLE 1915, Sô et IMAÏ 1919, KEELER 1932, etc.). Ces auteurs ont obtenu, en croisant 2 *Souris panachées*, au total, 529 individus, dont 344 (65,2 o/o) panachés et 185 (34,8 o/o) non panachés, soit la ségrégation du type 2 : 1, caractéristique de la létalité. Cette panachure ne se perpétue donc qu'à l'état hétérozygote.

DETLEFSEN (1923), en procédant aux croisements *panachés*  $\times$  *panachés* a constaté que les petits d'une même portée ont un aspect différent : les uns sont plus pâles (*bloodless*) et parfois, plus petits, alors que les autres sont d'aspect normal. DETLEFSEN a remarqué que la mortalité au cours des trois premiers jours, parmi les petits obtenus après ce type de croisement, est plus élevée que dans les autres lignées, et que cette élévation de mortalité se produit aux dépens des individus plus pâles. Ceci porte à croire que les individus pâles (*bloodless*) sont homozygotes panachés et qu'ils disparaissent par suite de l'effet léthal.

DE ABERLE (1925-1927) a trouvé également que les croisements *panaché*  $\times$  *panaché* donnent des petits exsangues. L'examen du sang de ces petits à l'hémoglobinomètre de FLEISCHL accuse 22,66 o/o d'hémoglobine, celui des normaux 103 o/o ce qui prouve que les exsangues (*bloodless*) sont en réalité très anémiés. Ils peuvent vivre, d'après l'auteur, pendant un certain temps (de quelques secondes à 8 jours), mais aucun n'a pu être amené à l'état adulte. L'auteur a obtenu dans ces croisements *panaché*  $\times$  *panaché*, au total 500 petits, dont 425 individus d'aspect normal et 75 anémiés (15 o/o). Les croisements entre *panachés* et non *panachés* ont donné 185 petits, sans un seul anémié. De là il ressort que les individus anémiés sont homozygotes ; l'infériorité du pourcentage (15 o/o au lieu de 25 o/o) est dû probablement à ce qu'un certain nombre de fœtus meurent dans l'utérus, ou qu'ils sont mort-nés et dévorés par la mère avant de pouvoir être recensés.

Pour vérifier laquelle des deux alternatives était juste, DE ABERLE a procédé à la dissection des utérus gravides. Elle a trouvé, après les croisements *panaché*  $\times$  *panaché*, sur 270 embryons, 211 viables et 59 abortifs (21,85 o/o) ; parmi les 211 individus viables, 52 étaient

anémiés (24,64 o/o) et 159 d'aspect normal. Les croisements *panaché*  $\times$  *non panaché* ont donné au total 102 embryons sur lesquels 79 individus viables et 23 abortifs (22,5 o/o). Il est à remarquer qu'il n'y avait aucun fœtus anémié parmi les viables.

Il résulte, semble-t-il, de ce qui précède que les anémiés sont bien des homozygotes panachés (faisant défaut dans le croisement *panaché*  $\times$  *non panaché*) et qu'ils meurent au cours des premiers jours après la naissance, sous l'influence de gènes létaux. L'anémie qui cause la mort, se développe à partir du 16<sup>e</sup> jour de la vie intra-utérine. Le pourcentage des anémiés est 25 o/o du nombre total des petits. La présence des embryons abortifs dans les deux types de croisements précités, porte l'auteur à croire que les Souris panachées possèdent encore une autre mutation létale, dont l'aspect somatique n'est pas connu. Il s'agit là, très probablement, d'une mutation récessive.

### 3° *Atrichosis* (*N et hr*).

Un troisième caractère léthal ou sublétal a été trouvé et étudié par LEBEDINSKY et DANVART (1927). Ce caractère est associé à l'*atrachosis* (peau nue). Dans une lignée de Souris normales, les auteurs ont obtenu un jour une femelle demi-nue. Croisée avec un mâle normal, elle donna 9 petits *normaux* et 4 *demi-nus*. Ainsi ce caractère s'est montré héréditaire dès la première génération. Les auteurs ont procédé depuis à différents types de croisements : 1) *Demi-nus*  $\times$  *normaux* donnèrent, en 160 portées, 1.068 petits dont 560 *demi-nus* et 508 *normaux*, soit très approximativement, une ségrégation 1 : 1 ; les *demi-nus* sont par conséquent hétérozygotes ; 2) *demi-nus*  $\times$  *demi-nus* ont donné, en 78 portées, 420 petits dont 38 *nus*, 256 *demi-nus* et 126 *normaux*. Cette répartition des descendants indique, par rapport aux proportions 1 : 2 : 1, un déficit d'individus *nus*, ce qui est probablement dû à l'effet d'un facteur sublétal lié à la nudité de la peau. Les auteurs ont réalisé une deuxième série de croisements *demi-nus*  $\times$  *demi-nus* ; cette fois ils ont obtenu en 54 portées 275 petits, dont 182 *demi-nus* et 93 *normaux*. Par conséquent, la ségrégation est ici du type 2 : 1 et les homozygotes *nus* ont été probablement tués pendant la vie intra-utérine par l'action létale du facteur *nu*. Il faut distinguer cette mutation

dominante de la mutation récessive sublétale décrite par SUMNER (1924), BROOKE (1926), CREW et MIRSKAÏA (1931).

#### 4° Mutations récessives liées à un gène sublétal.

LITTLE et BAGG (1924) ont signalé une anomalie de la tête, qui est cette fois dominée par l'état normal; les homozygotes récessifs meurent dans l'utérus ou à la naissance; il est rare qu'ils survivent quelques jours ou quelques semaines. Les croisements entre deux hétérozygotes ont donné 391 individus, dont 321 *normaux* et 70 individus présentant l'anomalie de la tête. Il s'agit donc d'une mutation récessive et sublétale.

Une mutation *bec de lièvre* (*harelip*,  $h^p$ ) accompagnée de fissure du palais, a été observée par REED et SNELL (1931) dans le stock de Souris de la Bussey-Institution; ce stock a probablement une parenté lointaine avec le stock de BAGG. Cette mutation est sublétale dans son action et tue en général tous les petits pendant les premières 24 heures, parce qu'ils ne peuvent pas téter. Une seule Souris présentant cette anomalie peu prononcée, a vécu jusqu'à l'âge de 3 semaines. Génétiquement, cette mutation se comporte comme récessive, et elle peut être transmise par des individus normaux. Son intérêt réside dans son analogie remarquable avec l'anomalie humaine correspondante.

#### 5° Mutations létales, sans manifestation morphologique.

Il existe encore, chez la Souris, d'autres mutations létales, qui ne se manifestent par aucun caractère morphologique spécial. Leur présence peut être soupçonnée là où s'observe une diminution nette du nombre des petits par portée. Ainsi, SNELL (1933, 1934) a remarqué ce phénomène dans la descendance de mâles irradiés, qui ont donné, avec des femelles normales, 25 o/o de descendants semi-stériles; les croisements d'un mâle semi-stérile, provenant d'un père irradié, avec les femelles normales ont donné 26 petits en 7 portées, c'est-à-dire 3,7 petits par portée, tandis que le nombre normal est, dans ce stock, de 8 petits par portée, en moyenne.

Pour savoir de quoi dépend l'apparition de ces portées réduites

l'auteur a procédé à la dissection des utérus gravides, 10 à 13 jours après la fécondation des femelles normales par des mâles semi-stériles. Il a trouvé, à la dissection, à côté des embryons normaux, des embryons morts au moment de l'implantation, et d'autres présentant des malformations diverses du tube neural.

---

Il existe encore un certain nombre de mutations sublétales telles que la valse, l'ectromélie (Souris luxées), etc.

Le caractère *queue raccourcie* ou *absente* de notre lignée de Souris est également léthal, nous en parlerons dans le chapitre suivant.

---

### CHAPITRE III

#### DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES DE LA LIGNÉE ANOURE-BRACHYOURE ÉTUDIÉE

##### 1° *Origine.*

Les recherches qui ont amené à la formation de la lignée de Souris à queue mutée, où nous puiserons notre matériel pour ce travail, ont été commencées par Mme DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA en 1924 ; 50 Souris environ (dont 48 mâles) ont été irradiées par les rayons X, dans beaucoup de cas, à plusieurs reprises. Chez la plupart des mâles, seuls les organes génitaux ont été soumis à l'action des rayons, et le reste du corps a été protégé par des écrans de plomb. Les Souris ainsi irradiées ont servi ensuite aux expériences de reproduction, entreprises dans le but de rechercher si les radiolésions observées dans la cellule génitale mâle (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, 1927) pouvaient être transmises à la descendance. 32 mâles se sont montrés parfaitement féconds, et ils furent croisés, à plusieurs reprises, avec des femelles normales.

La descendance de ces mâles irradiés, suivie à travers 3 ou 4 générations (500 portées avec 3.000 Souris environ), ne présentait, dans la grande majorité des cas, aucune particularité héréditaire.

Deux mutations seulement ont fait leur apparition à la suite de cette longue série d'irradiations : *valse* et *queue courte* ; cette dernière, dans la descendance de deux mâles différents, ♂ n° 2 et ♂ n° 17 (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, 1928). Le mâle 2, croisé avec des femelles normales, a donné, dès la première génération, des descendants brachyours. Ce fait a démontré que le mâle 2 était, avant d'être irradié, hétérozygote pour ce caractère. En effet, sa queue présentait un raccourcissement peu accentué et une petite coudure à l'extrémité, qui a passé au début inaperçue et s'est montrée héréditaire par la suite.

Le mâle 17, dont est dérivée la même anomalie, avait une queue d'aspect normal, et il n'a donné de descendants brachyoures qu'à partir de la deuxième génération. Par conséquent, il n'était pas hétérozygote, et le caractère *queue courte* apparu dans sa descendance, pouvait être une vraie mutation.

Les faits qui viennent d'être relatés, ainsi que l'inaptitude des rayons à produire une mutation dans presque tous les autres animaux irradiés, ont amené Mme DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (1929) à la conclusion que le rôle des rayons, dans l'origine de la mutation en question, se réduit à la révélation et à l'exacerbation d'un état d'instabilité germinale larvée, caractéristique des Souris de la région parisienne [LANG (1912-1914) et DUBOSCQ (1922) ont observé cette mutation également chez les Souris d'origine française], instabilité qui avait persisté depuis une mutation antérieure.

## 2° *Caractéristiques morphologiques des anomalies.*

Dans les lignées de LANG (1912-1914) et de DUBOSCQ (1922), l'anomalie consistait, ou bien en un raccourcissement plus ou moins prononcé de la queue, ou bien en la disparition complète de cet organe. LANG a vu, en outre, la queue représentée par un fin filament chez quelques petits anoures, mais ce filament ne se conservait jamais jusqu'à l'âge adulte. Une seule Souris adulte, présentant un filament de 6 millimètres et appartenant à l'élevage de DUBOSCQ, a été décrite par VALLOIS (1924).

La lignée qui nous sert de matériel, en dehors des faits observés par les auteurs précédents, a présenté des formes nouvelles, qui peuvent être réunies en quatre groupes bien définis, suivant le type de modification qui les caractérise :

### a) *Brachyourie simple et brachyourie accompagnée de coudures.*

La brachyourie simple présente tous les degrés de raccourcissement de la queue, celle-ci étant complétée parfois, surtout chez les nouveau-nés, par un filament qui peut se conserver pendant toute la vie de l'animal (fig. I B). A côté de la brachyourie simple, on constate des queues raccourcies et coudées une ou plusieurs fois

dans des directions différentes (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, 1927) (fig. I A).

b) *Raccourcissement de la queue avec enroulement hélicoïdal.*

Ces brachyours peuvent présenter un enroulement parfait, comme une coquille d'Escargot (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, 1928),

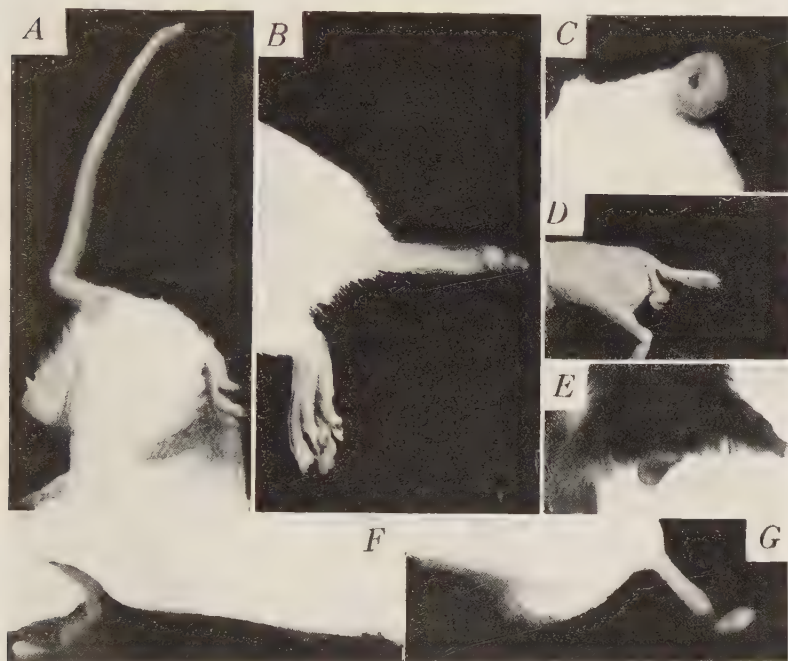


Fig. I. — A, brachyurie accompagnée de coudures, l'une près de la base de la queue, l'autre à son extrémité. — B, brachyurie simple ; la queue se termine par un filament, qui ne s'observe jamais dans la brachyurie artificielle. — Queues du type hélicoïdal : C, hélice sagittale. — D, queue en hélice chez un nouveau-né. — E, queue en spirale. Interruption du squelette caudal : F, on distingue un rétrécissement au milieu de la queue (bande blanchâtre). — G, « bout flexible ».

ou une forme de « faucille », de « nœud » (terme de RABAUD, 1919). Le nœud peut siéger à la base de la queue, au milieu, ou à son extrémité (fig. I C, D et E).

c) *Arrêt du développement embryonnaire d'une seule ou de plusieurs vertèbres.*

La suppression d'une seule vertèbre détermine un rétrécissement localisé de la queue et entraîne une mobilité anormale à son niveau (fig. I F). Les quatre diverses formes résultant de cette anomalie, ont été décrites (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, 1927 et DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF, 1928), sous les noms suivants : 1° *étranglement basal*, 2° *étranglement intermédiaire*, 3° *bout flexible* et 4° *pendeloque*. Toutes ces malformations sont rarement conservées jusqu'à l'âge adulte, en raison de leur fragilité (fig. II).

d) *L'anourie et la queue filiforme.*

Nous ne séparons pas l'anourie simple et la queue filiforme qui est bien viable dans notre lignée, parce que ces formes vont presque toujours ensemble. C'est cette catégorie de modifications dans la lignée en question qui fait l'objet de nos recherches actuelles.

---

Toutes les formes précédentes, exception faite pour la dernière, ont été étudiées en détail (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, KOBOZIEFF et VÉRÉTENNIKOFF, 1934) par la méthode radiographique. Les rayons X ont révélé des modifications très variées de la région caudale chez les 177 animaux radiographiés : soudure, coudure et courbure, modifications ayant l'aspect de traumatismes mécaniques, etc.

Les soudures de vertèbres consécutives se rencontrent à tous les niveaux, et elles sont souvent combinées avec une déviation dans la direction rectiligne de la queue. Cette dernière particularité peut être d'origine vertébrale ou intervertébrale. Dans le premier cas, la coudure se forme à la suite de l'insuffisance du développement d'un côté d'une vertèbre. Dans le second, elle est le résultat d'une soudure unilatérale précoce, au niveau d'un disque cartilagineux. Les modifications amenant l'interruption du squelette rachidien se présentent sur les radiographies sous formes de lacunes entre les vertèbres successives.

Les rayons X ont en outre révélé des modifications invisibles à l'aide d'une simple inspection ; telles sont celles qui ont l'aspect de traumatismes graves, comme une luxation, une fracture, la forma-

tion de nœuds squelettiques à la suite d'une torsion ; ou bien la présence, vers l'extrémité de queue courte, des vertèbres aberrantes, appartenant à la portion la plus distale de la queue, etc.

Ces modifications de la queue, décelées par l'étude radiographique, ont été réparties en deux groupes : *a*) celles qui se présentent, dès le début, comme une altération anatomique brutale, dont l'origine est probablement de nature génotypique, mais qui ne se manifestent que par les processus physiologiques du développement embryonnaire ; telles sont les luxations, les fractures, l'interruption du squelette, l'absence de parties squelettiques dans les filaments terminaux, etc. *b*) Celles qui dépendent d'une altération des processus de croissance, telles sont les coudures, les courbures, les soudures, etc.

### 3° *Caractéristiques génétiques de la mutation*

#### « *queue raccourcie* ».

Voici un résumé de l'ensemble des résultats déjà publiés (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF, 1927, 1930 et CHESLEY, 1935), relativement aux croisements entre représentants de la lignée étudiée.

1° *Les couples d'anormaux* ont fourni un mélange d'individus *normaux* et *anormaux*. Sur un total de 2.968 descendants, on compte 1.910 anoures et brachyoures et 1.058 normaux. Ainsi la ségrégation obtenue est du type : *2 anormaux pour 1 normal*.

2° Les croisements *anormaux*  $\times$  *normaux* ont donné au total 3.130 descendants, se décomposant en 1.479 individus *anormaux* et 1.651 individus *normaux* ; la ségrégation est donc approximativement du type *1 anormal pour 1 normal* (les auteurs qui viennent d'être cités et CLARK, 1934).

L'étude génétique a démontré ainsi que la mutation *queue raccourcie* ou *absente* était dominante et liée à un effet létal.

3° Pour compléter cette étude, on a procédé également à la recherche anatomique de la répartition des descendants pendant la vie intra-utérine.

Nous avons déjà dit que DAIBER (1914) n'a pas trouvé d'embryons abortifs dans les utérus gravides de Souris brachyoures de la lignée de LANG. Plus récemment DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et

KOBOZIEFF (1930) ont constaté, dans les utérus gravides de femelles à queue mutée, fécondées par des mâles également à queue mutée, sur 38 fœtus, 10 embryons *abortifs* (25,3 o/o). CHESLEY (1932) et EPHRUSSI (1933), en travaillant sur des Souris de la même lignée, ont confirmé ces résultats dans le même type de croisement. Le premier a obtenu, sur 256 fœtus, 60 embryons *abortifs* (23,4 o/o), et le second, sur 36 fœtus, 9 *abortifs* (25 o/o) (1). La présence d'*embryons abortifs au taux de 25 o/o du nombre total*, plaide en faveur de l'idée que ces embryons non viables sont des homozygotes dominants létaux.

En outre, CHESLEY a constaté que les homozygotes en question meurent à la fin du 10<sup>e</sup> jour après la fécondation, et qu'ils se caractérisent par des malformations extrêmement graves : absence de la partie postérieure du corps, de somites, du tube neural, etc.

4<sup>e</sup> Enfin, tout récemment, CLARK (1934) a publié les résultats d'une étude étendue sur les liaisons (*linkage*) pouvant exister entre le gène déterminant la brachyourie et l'anourie chez nos Souris, et les 14 autres gènes jusqu'ici connus pour être répartis sur des chromosomes différents de cette espèce animale. Ces gènes sont les suivants : *queue flexueuse* (flexed tail), *albinisme* (albinism), *chocolat* (chocolate), *couleur plomb* (leaden), *dilué* (dilution), *yeux rouges* (Robert's pink-eye), *peau nue* (naked), *rétine sans bâtonnets* (rodless), *valse* (walzing), *mouvements choréiformes* (Zavadskaïa-shaker), *la peau sans poil* (hairless), *panachure dominante* (dominant spotting), *nain* (dwarf) et *hydrocéphale* (hydrocephalus). Le résultat de cette étude est négatif, c'est-à-dire, que le gène qui nous intéresse n'est solidaire d'aucun de ces divers gènes. Il est donc localisé sur un chromosome (13<sup>e</sup> ou 15<sup>e</sup>) sur lequel n'a été repérée jusqu'ici aucune autre mutation.

Cet aperçu général étant donné, arrivons à nos recherches personnelles.

---

(1) Pendant l'impression de ce travail a paru un mémoire de M. EPHRUSSI (1935) dans lequel un résultat de même ordre (23 o/o) porte sur un nombre beaucoup plus élevé d'embryons (38 embryons abortifs sur un total de 164).

## DEUXIÈME PARTIE

### RECHERCHES PERSONNELLES

---

#### CHAPITRE IV

##### PROBLÈME, MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ÉTUDES, MORPHOLOGIQUES ET GÉNÉTIQUES

1) **Problème.** — Les recherches qui font l'objet du présent travail ont été poursuivies depuis 1925.

Elles se rattachent à la préoccupation fondamentale de la Biologie contemporaine, de chercher, dans l'analyse des variations actuelles des espèces, des indications sur leur diversification progressive. On a étudié dans ce but la morphologie précise de l'anourie, apparue par mutation dans une lignée de Souris, ses variations et sa génétique, les données ainsi acquises, pouvant fournir quelques indications sur le mécanisme de la transmission inéluctable d'une génération à une autre, de la structure des organes et sur l'origine des espèces naturelles anoures.

2) **Matériel.** — Comme nous l'avons déjà indiqué dans l'historique qui précède, notre matériel provient du stock des Souris anoures et brachyoures, obtenu à l'Institut du Radium, à la suite d'expériences d'irradiation des testicules chez les progéniteurs mâles (N. DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, 1927-1928).

Ce matériel est formé de deux parties :

1° Le stock I (*stock mutant général*), qui donne une ségrégation dans tous les croisements, et 2° le stock II, qui est formé de 3 lignées différentes (XXIX, XIX, *agouti*) se reproduisant sans ségrégation dans les croisements intrafamiliaux.

Voici quelques données préliminaires concernant ces deux stocks :

*Stock I.* — Ce stock provient des mutants primitifs brachyours et de leurs descendants immédiats, croisés maintes fois entre eux et avec des Souris à queue longue. Ils ont donné, dans un délai de deux ans : 273 Souris, dont 13 anoures, 140 brachyours et 120 individus à queue longue. Quatre Souris sur les 13 (♂ 574, cas 10, fig. 16 et ♀ 255, complètement anoures ; ♂ 136 et ♀ 281 subanoures) nous ont servi pour les différents types de croisements, dont les résultats ont constitué la base du stock I.

*Stock II.* — Pour sauver le stock I, qui au début de 1930, était menacé de s'éteindre, nous avons eu recours à des croisements d'individus anoures ou brachyours avec des souris normales, étrangères au stock mutant, à savoir, avec celles de la *lignée XVII* (KOBZIEFF, 1931, N. DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, 1932), de la *lignée XXVII* et avec des Souris sauvages, capturées aux environs de Saint-Cyr.

Ces croisements des mutants avec des sujets normaux nous ont permis de reconstituer notre stock de Souris anoures et brachyours ; en outre, il a servi de point de départ aux trois lignées, composées d'anoures absolus, qui, après les croisements *inter se*, se reproduisent, tout en restant hybrides, sans ségrégation. Ces trois lignées constituent notre stock II.

Voici quelques détails sur chacune d'elles :

1° *Lignée XXIX.* — Cette lignée provient du ♂ 8169 à queue filiforme (fig. II A), anoure appartenant au stock I et de deux femelles-sœurs à queue longue (♀ 7802 et ♀ 7803), appartenant à la lignée XVII. La femelle ♀ 7802 a mis bas 8 petits (n<sup>os</sup> 8849 à 8856), dont 2 anoures, 3 brachyours et 3 normaux. La femelle 7803 a donné 7 petits (n<sup>os</sup> 8857 à 8863), dont 1 anoure, 4 brachyours et 2 normaux. Les descendants de ces deux portées ont constitué 5 branches.

La *première branche* provient de la femelle anoure (♀ 8849, cas 127, fig. 169), issue de la femelle 7802 et du mâle 8857 (cas 157, fig. 139), également anoure, fils de la femelle 7803. Les membres de ce couple avaient donc un père commun (♂ 8169, anoure) et des mères différentes ; il n'a donné que des descendants anoures.

La *deuxième branche* a été obtenue à la suite d'un croisement du même mâle 8857 avec sa sœur brachyore (♀ 8859) de la même portée. Ce couple a produit 4 petits : 1 anoure (♀ 9339, cas 164, fig. 146) et 3 normaux. Le croisement de cette femelle anoure (♀ 9339) avec son père (♂ 8857) n'a donné, par

la suite, que des anoures, constituant la deuxième branche de la lignée XXIX.

La *troisième branche* provient de la fondatrice de la première branche (♀ 8849) qui, croisée avec son frère brachyoure (♂ 8852), a donné 2 petits : une femelle anoure (♀ 9366) et une femelle brachyoure. La femelle anoure (♀ 9366), par croisement avec son oncle (♂ 8857), également anoure, est la souche de la troisième branche.

La *quatrième et la cinquième branches* proviennent de Souris de la première branche croisées, tantôt avec des Souris de la deuxième branche, tantôt avec des Souris de la troisième.

Les couples anoures primitifs ( $\text{♂ } 8857 \times \text{♀ } 8849 = 1^{\text{re}} \text{ branche}$  ;  $\text{♂ } 8857 \times \text{♀ } 9339 = 2^{\text{e}} \text{ branche}$  ;  $\text{♂ } 8857 \times \text{♀ } 9366 = 3^{\text{e}} \text{ branche}$  ; Souris de la  $1^{\text{re}} \text{ branche} \times \text{Souris de la } 2^{\text{e}} \text{ branche} = 4^{\text{e}} \text{ branche}$  ; Souris de la  $1^{\text{re}} \text{ branche} \times \text{Souris de la } 3^{\text{e}} \text{ branche} = 5^{\text{e}} \text{ branche}$ ) et leurs descendants se sont reproduits depuis sans ségrégation et ont formé ainsi la lignée XXIX.

2° *Lignée XIX*. — Cette lignée provient d'un seul couple : le mâle à queue longue (♂ 8597) de la lignée XXVII et une femelle brachyoure (♀ 30079) du stock I, qui accusait une interruption de squelette à la base de la queue. Ce couple a donné, en 3 portées, 26 petits, dont 17 anoures et 9 normaux. Sur les 17 anoures, 3 ont atteint la puberté : deux femelles (♀ 30559 et ♀ 30318) et un mâle (♂ 30558). Une des femelles, 30318, croisée avec son père (♂ 8597), resta inféconde et mourut à 7 mois et demi. La descendance des deux autres anoures (♂ 30558 et ♀ 30559) de la même portée a constitué la lignée XIX. Ce couple et leurs descendants se sont reproduits depuis sans ségrégation, ne produisant que des anoures.

3° *Lignée agouti*. — Cette lignée provient d'un couple anoure primitif : ♂ 21024 et ♀ 21894. Le mâle 21024 est issu du croisement d'une femelle anoure du stock I (♀ 14588) et d'un mâle sauvage à queue longue (♂ 8821) des environs de Saint-Cyr. — La femelle 21894 provient d'un mâle anoure (♂ 21024) croisé avec sa sœur également anoure (♀ 21025). Ce couple et leurs descendants, après les croisements entre eux, n'ont jamais donné de ségrégation et n'ont produit que des anoures.

4° Le stock II comprend encore quelques Souris appartenant à la lignée XXXIII. Mais cette lignée n'est pas homogène et ne présente aucune mutation nouvelle anoure. Elle a été formée par des croisements de femelles anoures de branches différentes de la lignée XXIX avec des mâles sauvages, à queue longue, capturés aux environs de

Saint-Cyr et de Banyuls. A la suite de ces croisements, la ségrégation, avec retour au type caudé, a toujours été observée. La lignée XXXIII est subdivisée également en plusieurs branches, suivant l'origine de la mère. Ainsi, les femelles anoures de la branche 1 de la lignée XXIX ont formé la branche 1 de la lignée XXXIII, etc.

### *Méthode d'étude morphologique.*

L'étude morphologique des modifications de la colonne vertébrale a été faite par la radiographie. La radiographie, comparée à la dissection, présente des avantages considérables, grâce à sa simplicité, à la visibilité des détails de la structure squelettique, à la facilité du triage du matériel, etc.

Dans le but de faire des radiographies en séries (pour des raisons d'économie), nous avons groupé les cadavres autopsiés.

La conservation des cadavres a été faite, à l'intérieur de bocaux, dans du formol à 4 o/o, ou dans les vapeurs de toluène. Le formol a l'inconvénient de fixer le cadavre dans une position qui n'est pas toujours commode pour la radiographie et de provoquer la formation de dépôts opaques. Le toluène offre l'avantage de ne pas durcir les tissus; les articulations restent flexibles et les squelettes peuvent être facilement appliqués sur la plaque photographique.

Une partie de nos radiographies a été tirée sur papier, au moyen d'un appareil d'agrandissement, pour rendre plus visibles les détails de structure.

Pour mieux faire ressortir les formations osseuses, nous avons enlevé tous les viscères et les gros muscles. La suppression du pubis et du sternum a permis d'éviter la superposition des parties squelettiques. Dans la moitié des cas, environ, toute la colonne vertébrale a été radiographiée. L'examen de ces radiographies, au nombre de 100, n'ayant révélé, en général, aucune modification importante dans les régions cervicale et thoracique, les 108 derniers squelettes n'ont été radiographiés, qu'à partir de la région lombaire. Dans ces cas, les 2 ou 3 dernières vertèbres thoraciques, avec les côtes, ont été conservées pour repérer le début de la région lombaire, les extrémités supérieures des cuisses servant de point de repère pour le début de la partie caudale.

Nous nous sommes servis, pour faire nos radiographies, de deux appareils : l'appareil DRAULT, à contact tournant, et l'appareil de GAIFFE, qui fonctionnaient dans les conditions physiques suivantes : tension de 40 kilovolts au maximum, et 30 milliampères d'intensité. Avec l'appareil DRAULT, les pièces à radiographier ont été placées à 70 centimètres de l'anticathode ; le temps de pose variait entre 1,5 et 2 secondes, pour l'appareil GAIFFE, la distance entre les pièces et l'anticathode était de 50 centimètres, et le temps de pose variait entre 1 et 1,5 secondes ; sans écran renforceur dans les deux cas.

#### 4) *Méthode d'étude génétique.*

L'étude du comportement héréditaire des Souris anoures a été effectuée à l'aide des méthodes génétiques courantes. Des progéniteurs, de généalogie connue, ont été utilisés pour les croisements ; les particularités morphologiques et le degré de raccourcissement du rachis, déterminables par une simple inspection ou, par des méthodes de mesure courantes, ont été soigneusement notées :

Trois séries de croisements ont été réalisées : 1° Souris anoures entre elles et avec des brachyours, 2° anoures avec des Souris à queue longue ; 3° Souris à queue longue entre elles (à titre de témoins).

En raison des différences d'aspect phénotypique des anoures, des divers degrés de raccourcissement de la queue des brachyours, et des provenances différentes de Souris à queue longue, chacune de ces trois séries comprend plusieurs types de croisements. Ces types seront décrits ultérieurement, au fur et à mesure, dans l'exposé de la partie génétique de nos recherches.

La description des anomalies de la queue a été faite au jour de la naissance et suivie jusqu'à l'âge adulte des animaux. La reconnaissance du sexe a été faite vers le 9<sup>e</sup> ou le 10<sup>e</sup> jour, quand les souriceaux sont déjà couverts de poils courts : à ce moment, on peut reconnaître facilement les caractères sexuels secondaires (mamelons) chez la femelle.

L'étude des Souris à queue mutée a donc été faite suivant les données fournies par l'observation des petits : 1° à la naissance et 2° 9-10 jours après la naissance. Le rapprochement de ces deux catégories d'observations fournit, à part la distinction du sexe, des renseignements sur la capacité de survie en bas âge des différents souriceaux. Enfin, le comportement prénatal de cette mutation a été étudié sur les embryons. A cet effet, les utérus de femelles gravides

ont été disséqués entre le 13<sup>e</sup> et le 19<sup>e</sup> jours après la fécondation <sup>(1)</sup> (le plus souvent le 16<sup>e</sup> jour).

A cette époque, la distinction entre les fœtus viables et les embryons abortifs est facile à établir, ces derniers n'étant pas encore complètement résorbés. En même temps, les fœtus viables sont déjà suffisamment grands pour permettre leur classification précise d'après la morphologie de leur région caudale.

(1) Connue par la formation du bouchon vaginal.

## CHAPITRE V

### ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DES SOURIS ANOURES. NOTIONS PRÉLIMINAIRES

L'anourie complète, que nous désignons par le symbole descriptif *A*, ne présente, chez la Souris, que peu de variations morphologiques discernables à la simple inspection. Nous distinguons ici des *anoures sans filament caudal* et des *anoures ayant une « queue filiforme »* (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF, 1928), sans squelette même cartilagineux, mais dans laquelle tous les éléments de la peau sont bien représentés. Chez certaines Souris, le filament caudal persiste toute la vie; sa longueur varie de 5 millimètres à 20 millimètres. Le filament est recouvert de poils et conserve l'aspect annelé habituel de la queue des Souris caudées; les cercles d'écaillés ne semblent pas plus serrés que d'ordinaire (par exemple un filament de 12 millimètres comporte 25 anneaux). La sélection de ces Souris n'a pas donné de résultat net. Mais il nous semble que la longueur du filament caudal est susceptible d'être sélectionnée, et elle se transmet assez bien à travers les générations successives.

Nous classerons donc, sur nos tableaux, dans un seul groupe (*A*) les Souris anoures dépourvues de tout appendice caudal, et celles qui ont une queue filiforme; cela est justifié encore par la raison suivante : cet appendice est fragile, il peut disparaître et son absence chez l'adulte n'implique pas son absence génotypique.

Dès le début de nos recherches, nous nous sommes rendu compte qu'il était impossible de limiter notre étude au seul groupe des anoures absolus. Il était indispensable d'étendre nos investigations génétiques sur les formes voisines de l'anourie et de comprendre également dans notre programme des animaux souvent considérés comme anoures, mais qui, en réalité, ne le sont point. Ces animaux présentent des rudiments caudaux de 1 à 4 millimètres de longueur, comprenant à la fois des éléments osseux et des tissus mous; ils peuvent être, par conséquent, considérés comme des

intermédiaires entre les anoures absolus et les brachyours. Nous les réunissons dans un groupe de *subanoures* et nous les désignons par le signe général *Ar* (anoure avec un rudiment caudal).

On peut distinguer dans ce groupe quatre formes caractéristiques différentes :

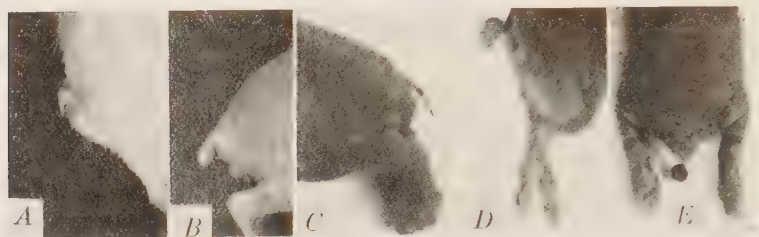


Fig. 12. — A, ♂ 8169, anoure à queue filiforme, aïeul de la lignée XXIX. — B, pendeloque claviforme chez un jeune. — C, pendeloque avec filament terminal (fig. D. sur le schéma fig. III). — D, Souris adulte avec pendeloque. — E, pendeloque en voie de mortification chez un jeune

1° Les *subanoures à pendeloque (Arp)* (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF, 1930), présentant une réduction du segment proximal de la queue à un filament sans squelette, tandis que le segment distal conserve un diamètre normal. L'ensemble à l'aspect d'un appendice allongé ou arrondi, suspendu par un fil ; ce corps atteint, à l'état adulte, 4 millimètres environ de longueur. Cet aspect est le plus caractéristique, et on le rencontre le plus souvent chez les nouveau-nés (voir la figure A sur le schéma, fig. III), mais il existe des



Fig. 13. — Schéma des différentes pendeloques.

formes moins accusées, ou bien présentant une autre configuration, mais se rapportant en principe au même genre d'altération que la pendeloque typique : par exemple, le filament proximal n'existe pas et la pendeloque sessile, plus ou moins mobile, est attachée à la dernière vertèbre du rachis (fig. III B). Dans d'autres cas, la pendeloque ayant l'aspect claviforme, n'a pas de filament, mais elle adhère au tronc par un cordon charnu sans squelette, d'un

diamètre légèrement plus faible que celui de la pendeloque (fig. II B et III C). Ensuite, il y a des pendeloques (fig. II C et III D) se terminant distalement par un filament; enfin un type de pendeloque double, comportant deux renflements successifs, séparés par une portion filiforme et pouvant, en outre, présenter un filament terminal (fig. III E).

En raison de l'extrême fragilité de ces dernières formes, ces dernières formes n'ont jamais persisté jusqu'à l'âge adulte.

2° *Subanoures à rudiment de queue osseux droit*, c'est-à-dire sans coudure (Ard). Dans cette forme, le rudiment osseux peut conserver le diamètre normal de la base de la queue d'une Souris caudée et se terminer par un bout arrondi, ou aller en s'amincissant rapidement vers l'extrémité (fig. IV). Les Souris avec des rudiments de queue de ce type, dont la longueur dépassait 4 millimètres, ont été considérées comme des brachyours.

3° *Subanoures à rudiment osseux coudé* (Arc). Le diamètre de la queue peut être sensiblement constant ou diminuer vers l'extrémité. Le rudiment osseux peut être coudé à la base dans des directions variées (en bas, en haut, à gauche, à droite) (fig. IV).

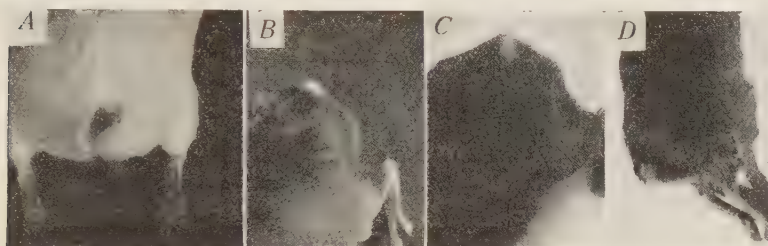


Fig. IV. — Subanoures avec des rudiments de queue osseux, droits et cou-  
dés : A, rudiment pointu et coudé à droite. — B, rudiment droit. —  
C et D, rudiments coudés en haut.

4° *Subanoures du type « cône filament »* (Arcf) (DOBROVLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF, 1930). Cette mutation consiste en une concentration des parties squelettiques de la queue à sa base, sous l'aspect d'un monticule conique, dépassant sensiblement l'épaisseur de la base de la queue normale, et se prolongeant souvent par un filament. Il a été démontré dans notre travail précédent (DOBROVLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, KOBOZIEFF et VÉRÉTENNIKOFF, 1934) qu'une chaînette de vertèbres, empruntées à la partie distale de la queue, peut se trouver enroulée en anneau, à la base du cône, autour de la partie axiale. Cette mutation est excessivement rare, surtout sous sa forme la plus accusée.

Dans notre collection de radiographies, nous n'avons qu'un seul cas ayant l'aspect extérieur de *cône filament*, mais les rayons X n'ont pas révélé, dans ce cas, la structure qui vient d'être décrite. C'est pour cela que nous classerons ce cas parmi les anoures avec rudiment osseux droit.

Pour déterminer la vraie structure anatomique des différentes

catégories d'anourie, établies ci-dessus d'après les caractères extérieurs, nous avons effectué une série de 208 examens radiographiques de Souris anoures.

L'étude des radiogrammes comporte la numération des vertèbres et la notation de toutes les déviations par rapport au type normal. Le type normal du rachis a déjà été établi pour les Souris à queue longue de notre élevage, par la méthode radiographique et par la dissection de squelettes. Nous empruntons, à titre d'information, à notre travail antérieur (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, KOBOZIEFF et VÉRÉTENNIKOFF, 1934) la formule observée le plus souvent : 7 vertèbres cervicales, 12 thoraciques, 5 lombaires, 4 sacrées, soudées en un seul os (le sacrum) et 30 vertèbres caudales.

La numération des vertèbres et l'étude des particularités morphologiques sur les radiographies ont été faites au moyen de la loupe,

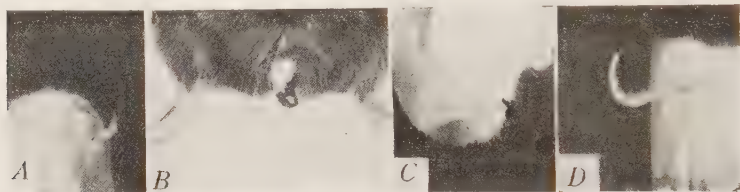


Fig. V. — A, cas 49, ♀ 10936, anoure avec un filament non coudé (fig. 66). — B, cas 11, ♀ 804, anoure avec un petit filament. — C, cas 68, ♂ 5844, anoure sans filament (fig. 112). — D, anoure avec filament sans coudure ♂ 11161, fils du ♂ 1042 (cas 60, fig. 72) et de la ♀ 1670 (cas 14, fig. 59) et frère de la ♀ 11162 (cas 91, fig. 45).

sur les clichés mêmes, qui sont en général plus lisibles que les tirages sur papier. Cette numération n'est pas toujours aisée, en raison des irrégularités des squelettes. En cas de doute, nous notons les deux alternatives les plus probables.

Voici les points de repère qui nous ont servi au cours de nos recherches sur la brachyourie pour préciser les limites des diverses régions de la colonne vertébrale ; nous nous en servons également dans les recherches actuelles :

1<sup>o</sup> La dernière paire de côtes, qui s'attache au bord supérieur de la douzième et dernière vertèbre thoracique, indique la limite antérieure de la région lombaire, qui débute avec la 1<sup>re</sup> vertèbre dépourvue de côtes. 2<sup>o</sup> Les crêtes iliaques permettent de repérer la limite postérieure de la région lombaire ; la dernière vertèbre lombaire s'insinue, chez les Souris normales, entre les os iliaques, et le sacrum ne commence qu'en arrière du niveau des crêtes

iliaques. 3° La première vertèbre sacrée a un aspect caractéristique, qui la distingue des autres : les apophyses transverses s'élargissent progressivement vers les os iliaques, avec lesquels elles se trouvent fusionnées. 4° La 1<sup>re</sup> vertèbre caudale étant séparée par un espace intervertébral qui se trouve en général un peu en arrière du niveau des articulations de la hanche, indique le début de la région caudale.

Les résultats de cette étude sont réunis dans deux listes, une pour chaque stock, contenant des renseignements relatifs à toutes les Souris radiographiées. Les anomalies des vertèbres étant rares dans la partie antérieure de la colonne vertébrale, nous ne gardons dans les listes que les données relatives aux régions postérieures : lombaire, sacrée et caudale.

Pour simplifier la description de chacune des radiographies, nous nous servons de formules résumées dont voici l'explication : on commence par l'indication du sexe et du numéro de l'animal affecté d'un indice caractérisant son aspect phénotypique : *A* = anoure proprement dit, *Arp* = subanoure à pendeloque, *Ard* = subanoure à rudiment osseux sans coudure, *Arc* = subanoure à rudiment osseux coudé à la base. Ensuite, vient le nombre des vertèbres de chaque région ; les vertèbres incomplètes sont désignées par des fractions 1/4, 1/3, 1/2, etc. Les petites lettres qui suivent, indiquent la région (*l* = lombaire, *s* = sacrée, *c* = caudale). Les lettres sont intercalées dans la formule, après la notation détaillée des vertèbres de chaque région. Le plus souvent, il y a, à part le raccourcissement, d'autres modifications à signaler ; nous les désignons de la façon suivante : entre des parenthèses sont compris les segments composés de vertèbres soudées par quelque ankylose, fibreuse ou osseuse ; la composition du segment est indiquée par les chiffres et lettres contenues entre les parenthèses.

Exemple : ♀ 1331 *Ard*. (2) + 3 *l* + (4 *s* + 1) + 1 + (2 *c*).

Cet exemple doit être déchiffré ainsi : une femelle portant le n° 1331, subanoure, ayant un rudiment de queue osseux non coudé, a 5 vertèbres lombaires, 4 sacrées et 4 caudales. Sur les 5 vertèbres lombaires, la 1<sup>re</sup> et la 2<sup>e</sup> sont soudées et les 3 autres restent libres ; 4 vertèbres sacrées et la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale sont également soudées ; la 2<sup>e</sup> vertèbre caudale est libre et enfin viennent deux vertèbres caudales soudées ensemble.

Pour les cas spéciaux qui ne peuvent pas être traduits par des formules simples, nous donnons des indications plus détaillées, sous forme de descriptions brèves.

Les renseignements relatifs à chacun des deux stocks définis plus haut, sont réunis sous forme de liste. Tout le matériel de chaque liste, est classé en deux groupes : A) Souris anoures, chez lesquelles la colonne vertébrale se termine au niveau du sacrum et B) celles dont la colonne vertébrale comprend, en outre, les premières vertèbres caudales. Chacun de ces grands groupes, comprend des subdivisions, suivant le niveau où se termine le squelette axial.

## CHAPITRE VI

### STOCK GÉNÉRAL (STOCK I) DE SOURIS, PRÉSENTANT TOUJOURS UNE SÉGRÉGATION DES DESCENDANTS, MÊME APRÈS LES CROISEMENTS ENTRE DEUX ANOURES

Nous commençons la description de nos radiographies représentant les animaux anoures qui appartiennent au stock général (stock I) de notre élevage à queue mutée. Les données concernant ces radiographies sont réunies dans la liste I.

#### PREMIÈRE LISTE

##### ANOURES PROVENANT DU STOCK GÉNÉRAL (STOCK I)

###### *A. Terminaison de la colonne vertébrale au niveau du sacrum.*

###### *a) Terminaison du squelette rachidien au niveau de la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée.*

1. ♂ 1514A. 3 + 1 (1 l + 1 1/2 s).
2. ♀ 13455A. 4 + (1 l ayant l'aspect d'une vertèbre sacrée + 1 1/2 s, la dernière portant des traces de traumatisme) (fig. 2).
3. ♂ 14948A. 3 + (2 l + 1 1/2 s) ligne médiane non ossifiée et échancrure au bord inférieur du sacrum (fig. 56).
4. ♂ 14949A. 1 + (4 l + 1 1/2 s échancrure du bord supérieur du sacrum se prolongeant en un trait non ossifié au milieu de cet os) (fig. 57).
5. ♀ 14950A. 3 + (2 l + 1 1/2 s) (fig. 31).
6. ♀ 14650A. 1 + (3) + (1 l + 2 s déformées) (fig. 4).
7. ♀ 14655A. 2 + (3 l traces de traumatisme + 1 1/2 s semblant coupées obliquement) (fig. 58).
8. ♂ 21026A. 4 + (1 l + 1 1/4 s comprimées de bas en haut) (fig. 5).
9. ♂ 21642A. 2 + (3 l + 1 1/2 s semblant coupées nettement) (fig. 6).

b) *Terminaison du squelette rachidien au niveau  
de la 3<sup>e</sup> vertèbre sacrée.*

10. ♂ 574<sub>A</sub>. 5 *l* + (2 1/2 *s*, dont la 2<sup>e</sup> est cassée, ou bien formée de 2 vertèbres comprimées de bas en haut) (fig. 16).
11. ♀ 804<sub>A</sub>. 4 + (1 *l* + 2 1/2 *s*) (fig. V B).
12. ♂ 1372<sub>A</sub>. 1 + (2) + (2) + (1 *l* + 2 1/2 *s*, comprimées de bas en haut).
13. ♂ 1468<sub>A</sub>. 6 *l* + (3 *s* déformées).
14. ♀ 1670<sub>A</sub>. 1 + (4 *l*, perte de substance sous forme de lacunes) + (1 non soudée au milieu + 2 *s* transparentes) (fig. 59).
15. ♂ 10382<sub>A</sub>. 4 + (1 *l* + 2 1/2 *s*).
16. ♂ 5968<sub>A</sub>. 3 + (2 *l* + 3 *s*; la dernière étant composée de plusieurs fragments soudés + un fragment osseux ou 1 *c* empruntée à la partie terminale de la queue) (fig. 7 et fig. 60).
17. ♂ 11560<sub>A</sub>. 4 + (2 *l* + 3 *s* comprimées de bas en haut et de structure irrégulière) (fig. 8).
18. *A*. (sans numéro). 5 + (1 *l* + 2 1/2 *s*).
19. ♂ 11588<sub>A</sub>. 1 + (3, lacune circulaire dans la 3<sup>e</sup>) + 1 *l* + (2 1/2 *s*, lacune circulaire dans la 2<sup>e</sup> + un fragment osseux collé à l'extrémité du rachis) (fig. 61).
20. ♀ 10725<sub>A</sub>. 1 + (4) + (1 *l* + 3 *s* de structure confuse) (fig. 9).
21. ♀ 14926<sub>A</sub>. 1 + (3) + (1 *l* + 2 1/2 *s*) (fig. 11)
22. ♂ 11567<sub>A</sub>. (4 dont la dernière avec lacunes et fracturée d'un côté, à la suite de quoi s'est formée une coudure latérale) + 1 *l* + (3 *s* dont deux dernières trouées et cassées) (fig. 62).
23. ♂ 21641<sub>A</sub>. 4 + (1 *l* + 2 1/2 ou 3 *s* dont la première seule normalement développée, les autres transparentes et trouées de lacunes) (fig. 10).
24. ♂ 21644<sub>A</sub>. 4 + (1 *l* + 3 *s*).
25. ♀ 30217<sub>A</sub>. 4 + (1 *l* + 3 *s* déformées et comprimées de bas en haut).
26. ♂ 10220<sub>Arp</sub>. 4 + (2 *l* + 3 *s*) (fig. 31).
27. ♂ 11548<sub>Arp</sub>. 1 + (2 *l* fracturées et luxées + 2 1/2 ou 3 *s*, intimement fusionnées et irrégulières + une vertèbre libre déformée, en connexion avec un filament et avec le début de la pendeloque). Pendeloque suspendue à un fil, masqué sur la radiographie (fig. 63) par les tissus mous et formant une masse charnue de 10 millimètres de longueur s'amincissant vers l'extrémité inférieure; à l'intérieur de cette masse, présence d'un osselet mince, épaissi à un bout (fig. 63 et fig. 67).

c) *Terminaison du squelette rachidien  
au niveau de la 4<sup>e</sup> vertèbre sacrée.*

28. ♀ 6133<sub>A</sub>. 3 + (2 *l* + 4 *s* raccourcies et de structure confuse) (fig. 64).
29. ♂ 10648<sub>A</sub>. (2) + 2 + (1 *l* + 1 formée de deux parties latérales à peine soudées entre elles + 2 1/2 ou 3 *s* transparentes et de structure confuse) (fig. 12).
30. ♂ 10171<sub>A</sub>. 4 + (1 *l* + 1 sous forme de deux triangles latéraux se touchant par leurs sommets sur la ligne médiane + 3 *s* faiblement ossifiées) (fig. 19).

31. ♀ 11088A. 1 + (3 dont 2 raccourcies et à soudure médiane imparfaite) + 1 l + (4 s dont les deux dernières sont constituées par une agglomération de fragments soudés); ressemble à son frère (voir la fig. 30)  
 ♂ 11087A. cas 58 (fig. 65).
32. ♀ 11852A. 6 l + (4 s).
33. ♀ 11846A. (2) + 3 l + (4 s) (fig. 13).
34. ♀ 10771A. 3 + (2) + 1 l + (3 1/2 s déformées, tordues et à substance osseuse raréfiée) (fig. 22).
35. ♀ 13527A. (3 ou 4 fusionnées) + (1 l + 4 s avec des lacunes) (fig. 14).
36. ♀ 10935A. (2 + 1 cassée) + 1 l + (4 s).
37. ♂ 21797A. 1 + (4 l + 4 s, dernière vertèbre incomplète) (fig. 113).
38. ♀ 21798A. 1 + (2 légèrement déformées) + 2 l + (4 s), épaississement terminal (fig. 15).
39. ♂ 6130A<sub>arp</sub>. 4 + (1 l + 4 s dont la dernière est luxée) (fig. 17).

### B. Terminaison de la colonne vertébrale au niveau de la partie initiale de la queue.

#### a) Terminaison du squelette rachidien au niveau de la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale.

40. ♂ 10157A. 4 + (1 l + 4 s + 1 c déplacée vers le haut et formant une coudure intrapelvienne) (fig. 24).
41. ♂ 851A. 1 + (2) + (2) + (1 l + 4 s + 1 c arrondie et épaissie) (fig. 28).
42. ♂ 6132A. 5 + (1 l + 3 s + 1 c).
43. ♂ 5617A. 2 + (2) + (1 l + 3 ou 4 s de structure peu nette + 1 c incomplète) (fig. 18).
44. ♂ 5686A. 1 + (2) + (2 l + 4 s + 1 c, les deux dernières vertèbres constituées par une agglomération de fragments soudés irrégulièrement). Une apophyse transverse hypertrophiée ou vertèbre caudale aberrante placée transversalement entre le rachis et l'os iliaque; une autre vertèbre aberrante soudée à l'extrémité du squelette rachidien (fig. 20).
45. ♀ 1825A. 2 + (2) + 1 + (1 l + 4 s + 1 c plus transparente).
46. ♂ 10620A. 4 + (1 l + 4 s mal formées + 1/2 c); coudure intrapelvienne (fig. 21).
47. ♂ 10621A. 2 + (2) + 1 l + (3 ou 4 s mal formées + 1 c) (fig. 43).
48. ♀ 13663A. 4 + (1 l en deux moitiés non soudées sur la ligne médiane + 2 s imparfaitement formées + 2 s + 1 c difforme). Dépôts de sels (fig. 23).
49. ♀ 10936A. 5 + 1 l avec les apophyses transverses très développées + (4 s + 1/2 c; sacrum de structure confuse, et présentant une diminution progressive de la masse osseuse vers l'extrémité) (fig. 66 et fig. V C).
50. ♀ 11767A. 2 + (2) + (1 l + 4 s + 1 c) (fig. 25).
51. ♀ 11049A. (2) + 3 + (1 l + 4 s dont les deux dernières mal formées et tordues; superposition des fragments ayant l'aspect de petites vertèbres caudales terminales + 1 c de taille moyenne luxée et placée transversalement) (fig. 26).

52. ♀ 11080A. 2 + (2) + 1 l + (4 s + 1 c, les dernières vertèbres présentant un amas de fragments irrégulièrement soudés et tordus).
53. ♀ 13696A. 5 l + (4 s + 1 c bout un peu étiré) (fig. 27).
54. ♀ 11332A. (4) + 1 l + (4 s irrégularité de la soudure médiane + 1 c + un fragment osseux ou une petite vertèbre aberrante appartenant à la partie terminale de la queue) (fig. 29).
55. ♂ 11644A. 7 l + (4 s, la dernière en sphère bosselée, pénétrée de lacunes + 1/2 c + un fragment osseux appartenant peut-être, à une petite vertèbre aberrante et placé transversalement) (fig. 68).
56. ♀ 10099A<sub>arp</sub>. (2) + 3 l + (4 s + 1 c arrondie, adjonction probable d'un petit fragment osseux) (fig. 69).
57. ♂ 10965A. (2) + 1 + (2 l) + (4 s + 1/2 c à structure peu nette) (fig. 70).
58. ♂ 11087A. 5 l + (5 ou 4 s + 1 c fragmentée et donnant un aspect très analogue à celui que l'on trouve chez sa sœur ♀ 11088A., cas 31, fig. 65) (fig. 30).

b) *Terminaison du squelette rachidien au niveau des vertèbres caudales 2 à 4.*

59. ♂ 10579A<sub>arc</sub>. (3) + 1 + (1 l + 4 s + 2 superposées ou raccourcies + 0 + 1 c); interruption du squelette caudal (fig. 71).
60. ♂ 1042A. 5 l + (4 s, fracture au niveau de la 2<sup>e</sup>) + (2 c, la dernière est irrégulière et semble tordue) (fig. 72).
61. ♂ 11171A. 5 l + (4 s + 2 c superposées l'une sur l'autre et imparfaitement fusionnées au milieu) (fig. 73).
62. ♂ 10619A. 5 l + (4 s + 2 c luxées et déplacées en haut; fragment osseux ou vertèbre aberrante à l'extrémité du rachis) (fig. 53).
63. ♂ 11590A. 2 + (3 l profondément enfoncées dans le bassin et avec un trou circulaire au milieu + 3 s + 1 1/2 c toutes à structure confuse); diminution progressive vers l'extrémité qui est arrondie (fig. 74).
64. ♀ 11654A. 5 l + (4 s + 1 1/2 c limites de vertèbres effacées; à l'extrémité, superposition probable d'un conglomerat arrondi de vertèbres caudales criblées de lacunes circulaires) (fig. 54).
65. ♂ 10550A. 3 + (2 l) + (4 s) + (1 1/2 c) bout à structure confuse (fig. 110).
66. ♂ 12157A. 2 + (3) + (1 l ayant d'un côté l'aspect d'une vertèbre sacrée + 3 s + 1 1/2 c, bout arrondi) (fig. 32).
67. ♀ 13870A<sub>arp</sub>. (2) + 2 + (1 l + 4 s) + (2 c subluxation et fracture, superposition de fragments osseux) (fig. 33).
68. ♂ 5844A. 3 + (3 l raccourcies + 3 s dont la première à fusion médiane imparfaite + 2 c imparfaitement fusionnées au milieu) (fig. 112 et 10).
69. ♀ 5687A. 2 + (3 l dont la dernière avec une fente au milieu + 5 s, coudure intervertébrale entre 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> s fracturée + 2 c) (fig. 34).
70. A. (sans numéro) 6 l + (3 s + 2 c).
71. A. (sans numéro) 5 l + (4 s + 1 1/2 c).
72. ♂ 11331A. 6 l + (4 s) + 2 c (fig. 35).
73. ♂ 11423A. 5 + (1 l + 5 s + 1 1/2 c, fracture avec superposition des fragments: il ne reste de la dernière vertèbre qu'une apophyse transverse). Coudure intrapelvienne (fig. 76).
74. ♀ 21025A. 4 + (1 l + 4 s + 1 1/2 c déformées) (fig. 36).
75. ♂ 2839A. 5 l + (4 s fentes au milieu, la dernière vertèbre semblant ébra-

- sée + 2 c imparfaitement formées et déviées vers le côté). Coudure intrapelvienne (fig. 75).
76. ♂ 10477A. 5 + (1 l + 4 s + 1 1/2 c, hyperostose latérale ou fragment osseux placé transversalement) (fig. 77).
77. ♂ 10509A. 5 l + (4 s + 1 1/2 c, extrémité pointue) (fig. 78).
78. ♂ 11775A. 4 + (1 l + 4 s + 1 1/2 c, formant une courbure à la suite du développement défectueux d'un côté des vertèbres et des espaces intervertébraux) (fig. 79).
79. ♀ 13446A. 1 + (3) + 2 l + (4 s + 1 1/4 c avec un petit éclat osseux superposé) (fig. 80).
80. ♀ 5969Arp. 4 + (1 l + 4 s + 1 à apophyses transverses unies avec les os iliaques) + 1 c déformée et incomplète (fig. 37).
81. ♂ 5640Arc. 6 l + (3 ou 4 s de structure indistincte + 1 1/2 c formant un angle obtus avec la dernière s). Coudure intrapelvienne (fig. 38).
82. ♂ 1309A. 6 l + (4 s luxation ou fracture d'une vertèbre; déplacement et chevauchement des fragments + 2 c) (fig. 82).
83. ♂ 10724A. 1 + (3) + 1 l + (3 ou 4 s + 2 ou 3 c déformées; superposition d'un fragment osseux) (fig. 39).
84. ♂ 10219A. 5 l + (4 s + 1) + (2 c).
85. ♂ 10157A. (3) + (2 l coudure au niveau des crêtes iliaques + 3 s + 2 1/2 c) (fig. 40).
86. ♂ 10353A. 3 + (2 l + 4 ou 5 s de structure peu nette) + 1 + (2 c intimement fusionnées) (fig. 41).
87. ♂ 11329A. 5 + (1 l + 4 s + 3 c dont les 2 premières intimement fusionnées) (fig. 42).
88. ♂ 11970A. 3 + (3 l) + (4 s + 3 c fusionnées et formant une coudure intrapelvienne) (fig. 83).
89. ♀ 11426A. 5 l + (4 s + 3 c comprimées de bas en haut); fusion médiane imparfaite à l'extrémité (fig. 81).
90. ♂ 11844A. 4 + (1 l + 4 s + 3 1/2 c). Une petite coudure terminale intrapelvienne (fig. 44).
91. ♀ 11162A. 5 l + (4 s + 1) + (1 1/2 c, bout arrondi); coudure intrapelvienne) (fig. 45).
92. ♂ 6131A. (3) + 2 + (1 l + 4 s) + (2 1/2 c, formant une boule épineuse et sclérosée à l'extrémité (fig. 46).
93. ♂ 11208A. 4 + (1 l + 4 s + 1) + (2 c) (fig. 84).
94. ♀ 13656A. 1 + (3) + 1 l + (4 s avec lacunes et semblant tordues; la 2<sup>e</sup> est fracturée) + 2 1/2 c, coudure au milieu de la partie caudale (fig. 85).
95. ♀ 22351A. 5 l + 1 + (2 ou 3 s + 2 ou 3 c comprimées et formant une boule bosselée à l'extrémité du rachis) (fig. 47).
96. ♂ 1797Arp. (2) + (2) + 1 l + (4 s + 1) + (1 1/2 c formant une coudure terminale) (fig. 86).
- 96 bis. ♂ 1797 bisArp. 6 l + (4 s) + 1 + (1 1/4 c, fragments osseux à l'extrémité) (fig. 87).
97. ♂ 10914Arp. 2 + (2 ou 3 l raccourcies + 4 s comprimées et tordues + 2 1/2 c se terminant par un fragment osseux ou bien par une petite vertèbre aberrante) (fig. 88).
98. ♂ 10860Arp. 5 l dont la 2<sup>e</sup> est raccourcie + (4 s) + (2 1/2 c comprimées de bas en haut, qu'on peut identifier par le nombre des apophyses transverses). Superposition d'un fragment osseux sur la dernière vertèbre (fig. 89).

99. ♀ 11473<sub>A</sub>. 1 + (3) + (1 *l* + 4 ou 5 *s* de structure indistincte) + (2 1/2 *c* intimement fusionnées) (fig. 90).
100. ♂ 11697<sub>Arp</sub>. 1 + (2) + 2 + (1 *l* + 4 *s* + 1) + (1 1/2 ou 2 *c*, bout déformé avec pendeloque renfermant un osselet qui semble être une vertèbre rudimentaire) (fig. 91).
101. ♂ 1321<sub>Ard</sub>. 5 *l* + (4 *s* + 2 1/2 *c*) (fig. 92).
102. ♂ 11768<sub>Ard</sub>. 3 + (2 *l*) + (4 *s* dont la première n'est pas ossifiée sur la ligne médiane + 3 *c* tordues et déplacées) (fig. 48).
103. ♀ 22060<sub>Arc</sub>. 4 + (1 *l* + 4 *s*) + 1 + (3 *c*, chevauchement des deux dernières) (fig. 93).
104. ♂ 5253<sub>A</sub>. (quelques débris soudés des deux premières, fracturées + 1) + 2 *l* + (4 *s*) + 2 + (2 *c* défectueuses, déformées). Superposition d'un éclat osseux. Coudure terminale (fig. 94).
105. ♀ 10435<sub>A</sub>. (3) + (2 *l* + 3 *s* de structure peu nette + 3 ou 4 *c* déformées et présentant une coudure intrapelvienne) (fig. 50).
106. ♀ 11010<sub>A</sub>. 5 *l* + (4 ou 5 *s* + 3 ou 4 *c* transparentes et de structure peu nette par suite d'un traumatisme probable); interruption au niveau du squelette caudal (fig. 96).
107. ♀ 10795<sub>A</sub>. (4 avec lacunes) + 1 *l* + (4 *s* irrégulières + 4 *c* avec une coudure très prononcée donnant l'impression d'une fracture avec consolidation de fragments à angle aigu) (fig. 49).
108. ♀ 11589<sub>A</sub>. 5 *l* + (4 *s*) + 2 + (2 *c*) (fig. 95).
109. ♂ 11047<sub>A</sub>. 1 + (2) + 2 *l* + (4 *s* + 4 *c* de structure confuse, comprimées de bas en haut et entièrement intrapelviennes) (fig. 98).
110. ♀ 11561<sub>A</sub>. 5 *l* + (4 *s*) + 1 + (2 1/2 *c* tassées et de structure irrégulière) (fig. 97).
111. ♀ 11572<sub>A</sub>. 2 + (2) + 1 + (1 *l* + 4 *s* mal formées + 3 ou 4 *c* présentant un entassement des fragments soudés donnant l'impression d'une torsion). Coudure terminale intrapelvienne par suite d'une luxation ou d'une fracture (fig. 99).
112. ♀ 10519<sub>A</sub>. 4 + (1 *l* + 4 *s* + 4 *c* déformées formant une coudure intrapelvienne) (fig. 100).
113. ♀ 1331<sub>Ard</sub>. (2) + 3 *l* + (3 ou 4 *s* + 1) + 1 + (2 1/2 *c*, chevauchement partiel de l'une sur l'autre) (fig. 101).
114. ♂ 11119<sub>Arc</sub>. 1 + (1 avec lacune + 1 cassée; il n'en reste qu'un fragment) + (1 *l* + 3 *s* + 3 1/2 *c*) (fig. 102).
115. ♂ 21738<sub>Arc</sub>. (4 à structure défectueuse) + 1 *l* + (4 *s* + 2 + 2 ou 3 *c* entassées et formant une coudure terminale). La dernière vertèbre placée dans l'axe de l'appendice caudal mou, semble appartenir à la partie moyenne de la queue (fig. 104).
116. ♂ 11239<sub>Ard</sub>. 5 *l* + (4 *s* + 1) + (3 *c*, dont les deux dernières semblent incorporer des parties appartenant aux autres vertèbres; terminaison en éventail) (fig. 105).
117. ♀ 11457<sub>A</sub>. 5 *l* + 1 + (3 *s* + 3 1/2 *c* entassées, coudure au niveau du sacrum) (fig. 103).
118. ♀ 2683<sub>Ard</sub>. 5 *l* + (4 *s*) + 1 + (2 1/2 *c*) (fig. 106).

*c) Terminaison du squelette rachidien  
au niveau des vertèbres caudales 5 à 7.*

119. ♂ 10249<sub>Arp</sub> 4 + (1 l + 3 s + 1) + (2) + (2 c plus petites et placées probablement à la suite d'une luxation ou d'une fracture perpendiculairement aux précédentes (fig. 107).
120. ♂ 11474<sub>Arp</sub>. (4) + 1 l + (4 s) + (3 + 2 c retournées et superposées sur les précédentes). Coudure intrapelvienne (fig. 108).
121. ♀ 12159<sub>Arp</sub>. 5 + (1 l + 4 s) + (3) + 2 ou 3 c entassées irrégulièrement à l'extrémité; la partie caudale est coudée à la suite d'une subluxation et se termine par une pendeloque oblongue, formée de tissus mous (fig. 111).
122. ♀ 13356<sub>Arp</sub>. 4 + (1 l + 4 s + 5 c dont les deux dernières sont cassées et semblent comprendre, parmi les débris soudées, quelques vertèbres aberrantes) (fig. 109).
123. ♀ 1377<sub>Ard</sub>. 1 + (3) + 1 l + (3 ou 4 s à structure indistincte) + 2 + (2 1/2 c déformées, se terminant par un fragment pointu) (fig. 51).
124. ♀ 1608<sub>Arc</sub>. 5 l + (4 s + 1) + 1 + (3 c, entassement des fragments soudés à l'extrémité) (fig. 114).
125. ♂ 12109<sub>A</sub>. 6 l + (3 s + 3 dont la dernière est fracturée, un fragment servant de liaison avec l'os iliaque + 3 c placées transversalement au niveau des ischions) (fig. 52).
126. ♀ 13869<sub>A</sub>. 5 + (1 l + 3 s + 1 + 2 raccourcies et formant une coudure intrapelvienne) + 1 + (2 ou 3 c sous forme d'une suite d'ébauches vertébrales ayant sur la radiographie un aspect triangulaire; quelques éclats osseux, complètent la coudure terminale) (fig. 55).

CONSTATATIONS MORPHOLOGIQUES SUR LES INDIVIDUS DE LA LISTE I

L'étude détaillée des radiographies des Souris anoures montre que les modifications morphologiques observées sont assez variées. Nous allons les décrire d'après le matériel réuni dans la liste I.

**A. Soudures diverses des vertèbres.** — Chez les Souris à queue longue, les vertèbres lombaires et caudales sont normalement libres et séparées les unes des autres par des disques cartilagineux représentés sur les radiographies par des lignes claires, tandis que les vertèbres sacrées, au nombre de 4, sont soudées entre elles pour constituer le sacrum (fig. VI).

Par contre, chez les Souris anoures, on voit, sur les radiographies, que les vertèbres lombaires et caudales, dans la majorité des cas, ont une tendance à se souder entre elles ou avec le sacrum.

Sur les 126 radiographies du stock I, nous n'avons observé que

4 cas où il n'y a aucune soudure de vertèbres lombaires et caudales. Ce sont les cas 10 (fig. 10), 13, 32 et 72 (fig. 60).

Voici quelques exemples de soudure de vertèbres :

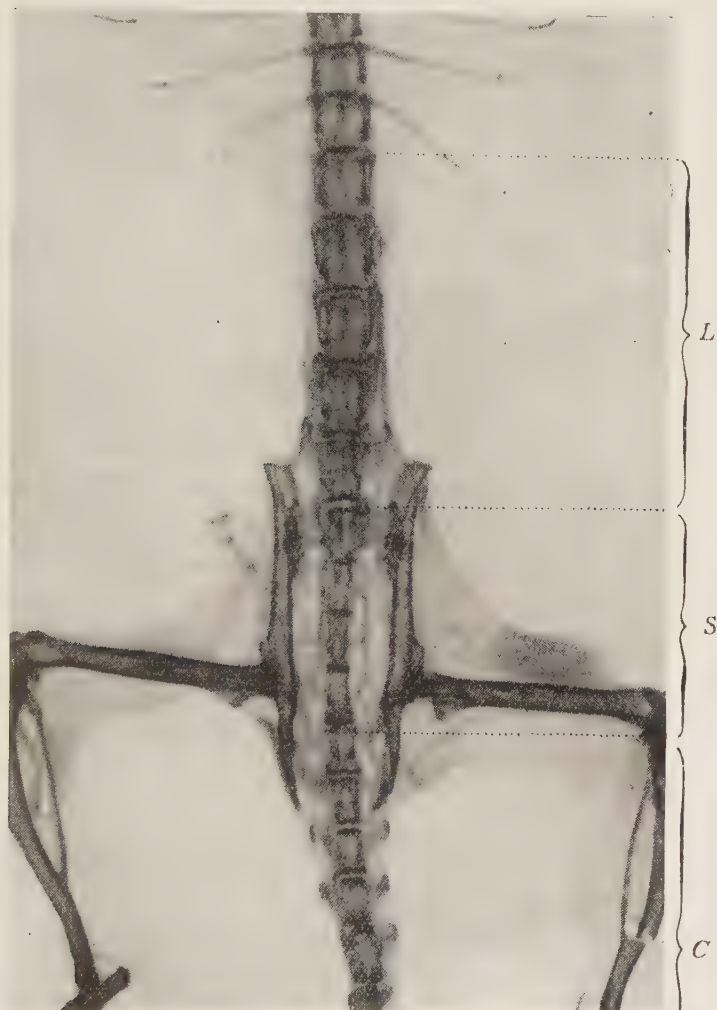


Fig. VI. — Rachis d'une Souris normale ; radiographie agrandie.

L, région lombaire, S, région sacrée, C, région caudale.

10 Soudure de vertèbres lombaires : 2 vertèbres soudées, cas 33 (fig. 13) et 34 (fig. 22) ; 3 vertèbres soudées, cas 19 (fig. 61), 21 (fig. 11) et 59 (fig. 71).  
4 vertèbres soudées, cas 14 (fig. 59), 22 (fig. 62), 54 (fig. 71).

2° *Soudure avec le sacrum d'une ou plusieurs vertèbres lombaires* : une vertèbre : cas 6 (fig. 4), 8 (fig. 5), 21 (fig. 11), 23 (fig. 10); deux vertèbres : cas 5 (fig. 3), cas 16 (fig. 17), 26 (fig. 31); trois vertèbres : cas 9 (fig. 6), 69 (fig. 34); quatre vertèbres : cas 4 (fig. 57).

3° *Les deux modes de soudure, lombaire et lombo sacrée, coexistent* dans les cas 12, 20 (fig. 9), 21 (fig. 11), 41 (fig. 28), etc.

4° *Soudures dans la région caudale* : vertèbres caudales soudées entre elles : cas 108 (fig. 95), 118 (fig. 106); soudées avec le sacrum : cas 42, 45, 50 (fig. 25). Coexistence de deux ordres de soudures : cas 70, 71, 113 (fig. 101), etc.

5° *Soudure simultanée de vertèbres lombaires, sacrées et caudales* : cas 69 (fig. 34), synostose de 3 lombaires, 5 sacrées et 2 caudales; cas 122 (fig. 109), synostose de 1 lombaire, 4 sacrées, 5 caudales.

**B. Défauts d'ossification du rachis et fusion incomplète de certaines vertèbres au niveau de la ligne médiane.** — Les radiographies de Souris normales (fig. VI et fig. 1) montrent que la structure osseuse des vertèbres est nette et assez uniforme; le degré d'ossification du squelette rachidien est assez considérable et varie, sur les radiographies, avec l'épaisseur des os. Ainsi, les images sont beaucoup plus claires au niveau des apophyses transverses du sacrum, ce qui s'explique par la minceur de ces formations osseuses. Les vertèbres se présentent, en outre, comme des pièces entières, sans aucune séparation entre les deux moitiés latérales. Les traits verticaux médians que l'on distingue sur certaines radiographies frontales ne sont pas autre chose que le lieu d'insertion des apophyses dorsales projeté sur le corps des vertèbres.

Les altérations dont il s'agit dans ce paragraphe, consistent en toute une série de modifications de la structure osseuse normale dont voici les plus typiques :

1) *Apparition dans le corps vertébral de points lacunaires où la substance osseuse semble manquer complètement* : Cas 19 (fig. 61) : 2 lacunes circulaires, l'une dans la 3<sup>e</sup> vertèbre lombaire et l'autre dans la 2<sup>e</sup> sacrée; cas 35 (fig. 14), 55 (fig. 68); 94 (fig. 85); 107 (fig. 49), etc.

2) *Raréfaction de la substance osseuse dépendant de la calcification déficiente ou réduction de la masse des vertèbres*. Les vertèbres se montrent, sur les radiographies, plus transparentes que d'habitude : cas 45, 30 (fig. 19); 106 (fig. 96), etc.

3) *Non soudure des deux moitiés latérales des vertèbres*. — Ces moitiés se présentent alors sous forme de triangles dont les sommets se touchent parfois à peine au niveau de la ligne médiane : cas 31 (fig. 65), 48 (fig. 23); quand le défaut d'ossification est moins prononcé, il prend l'aspect d'un trait sagittal médian : cas 3 (fig. 56), où le trait sagittal est accompagné d'une échancrure du bord inférieur du sacrum; cas 4 (fig. 57), où la fente médiane se continue avec une échancrure du bord supérieur de la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée.

Dans certains cas les lésions précédentes se combinent : cas 23 (fig. 10), les

vertèbres sont transparentes et en même temps trouées par des lacunes ; cas 29 (fig. 12), les vertèbres sacrées sont transparentes, tandis que la dernière vertèbre lombaire est formée de deux parties latérales semblant non fusionnées sur la ligne médiane.

**C. Coudures et courbures du rachis.** — Sur les radiographies des Souris normales (fig. VI et 1) la colonne vertébrale apparaît rectiligne et toutes les vertèbres sont symétriques dans leur configuration. Cette rectitude est conservée dans beaucoup de radiographies d'anoures malgré des anomalies de vertèbres isolées ; la présence de coudures n'est pourtant pas rare. Elles ne sont en général pas très prononcées et peuvent siéger partout, mais sont moins fréquentes dans la région lombaire.

Ainsi, dans le cas 85 (fig. 40), une légère coudure latérale se trouve au niveau des crêtes iliaques. Les coudures intrapelvienne sont les plus nombreuses : elles sont situées au niveau du sacrum, comme dans les cas 46 (fig. 21), 69 (fig. 34), 75 (fig. 75) ; ou bien à la limite de la région caudale : cas 81 (fig. 38) — une vertèbre caudale et demie formant un angle obtus avec le sacrum ; cas 88 (fig. 83) — 3 vertèbres caudales soudées formant une coudure à angle droit à la limite du sacrum ; cas 40 (fig. 24) présentant également une coudure sacro-caudale, etc. Enfin les cas 90 (fig. 44) et 112 (fig. 100) montrent également chez des anoures absolus une coudure intrapelvienne, formée par les vertèbres caudales.

Il arrive que l'on voit sur la même radiographie deux coudures : cas 126 (fig. 55) — une coudure au niveau du sacrum et une autre à l'extrémité de la partie caudale.

Enfin dans le cas 78 (fig. 79) les vertèbres sacrées et caudales forment une courbure.

La base anatomique de ces lésions est, comme dans ce dernier cas, un développement défectueux d'un côté des vertèbres et des espaces intervertébraux. Très souvent les coudures et les courbures semblent se produire à la suite de traumatismes graves entraînant d'autres manifestations (voir le paragraphe suivant).

**D. Modifications paraissant résulter de traumatismes mécaniques.** — Outre les modifications morphologiques propres des vertèbres (telles que soudures, lacunes, fentes, coudures et courbures) qui semblent avoir leur origine dans le développement embryonnaire même, nous trouvons, sur les radiographies, d'autres images qui peuvent être interprétées comme les manifestations de traumatismes mécaniques. Telles sont les luxations, les fractures, les torsions, les compressions, etc.

*Une luxation* — déplacement permanent de deux surfaces arti-

culaires qui ont perdu plus ou moins complètement les rapports mutuels qu'elles affectent normalement — est visible sur diverses radiographies :

Cas 39 (fig. 17). 4<sup>e</sup> vertèbre sacrée luxée ; cas 51 (fig. 26). 1<sup>re</sup> vertèbre caudale luxée et placée transversalement ; cas 62 (fig. 53). 2 vertèbres caudales luxées et déplacées vers le haut, etc...

Les *fractures*, ou lésions osseuses consistant en une solution de continuité, accompagnée en général de déplacement des fragments, se rencontrent à des niveaux différents du rachis.

Dans le cas 104 (fig. 94), les deux premières vertèbres lombaires sensiblement diminuées se présentent sous forme de fragments soudés irrégulièrement ; dans le cas 22 (fig. 62) la 4<sup>e</sup> vertèbre lombaire est fracturée d'un côté avec production consécutive d'une coudure latérale.

Des fractures de vertèbres sacrées se rencontrent dans les cas 10 (fig. 16), 60 (fig. 72) et 94 (fig. 85), où la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée apparaît en deux fragments qui sont un peu déplacés l'un par rapport à l'autre ; — dans le cas 69 (fig. 34) où la dernière vertèbre sacrée est fracturée ; dans le cas 22 (fig. 62), la 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> vertèbres sacrées se présentent sous forme de nombreux fragments soudés.

Les fractures de vertèbres se rencontrent de même dans la région caudale. Ainsi dans le cas 125 (fig. 52), la colonne vertébrale se termine au niveau de la 6<sup>e</sup> vertèbre caudale, la 3<sup>e</sup> vertèbre est fracturée et un fragment de celle-ci sert de liaison avec l'os iliaque. Par suite de cette fracture les trois dernières vertèbres caudales se sont placées transversalement au niveau des ischions, formant une coudure. Le cas 73 (fig. 76) présente également une fracture au niveau de la partie caudale du rachis.

Il y a des cas où le diagnostic entre luxation et fracture est difficile à faire : cas 27 (fig. 63 et 67), traumatisme au niveau des deux dernières vertèbres ; cas 82 (fig. 82), traumatisme au niveau du sacrum ; cas 111 (fig. 99), 119 (fig. 107), aspect analogue au niveau de la partie caudale du rachis, etc...

Quelquefois l'image de la radiographie est encore plus complexe présentant une accumulation de fragments soudés irrégulièrement comme si avait eu lieu une fracture multiple à la suite d'une torsion.

Ainsi dans le cas 34 (fig. 22) le sacrum est formé de plusieurs fragments intimement soudés et groupés de telle façon qu'il donne l'idée d'une torsion mécanique. Même impression pour le cas 111 (fig. 99) dans lequel ce phénomène s'étend de plus aux vertèbres caudales. Dans le cas 51 (fig. 26), ce sont les 2 dernières vertèbres sacrées et dans le cas 102 (fig. 48) les 3 vertèbres caudales qui sont tordues.

L'idée de traumatisme vient également à l'esprit quand on voit les vertèbres aplaties comme si elles étaient comprimées de bas en haut. Ainsi, dans le cas 17 (fig. 8) 3 vertèbres sacrées sont raccourcies et intimement fusion-

nées ; dans le cas 89 (fig. 81) 3 vertèbres caudales sont très aplaties et fusionnées ; on les reconnaît seulement par les apophyses transverses qui restent distinctes.

Un traumatisme subi au début du développement peut être également supposé dans les cas de structure confuse des vertèbres et lorsqu'elles sont fragmentées. Normalement chaque vertèbre forme une seule pièce bien délimitée et à structure osseuse nette. Dans les cas en question les lignes de séparation des vertèbres deviennent peu distinctes ou disparaissent même complètement ; le dessin osseux perd sa régularité. Cette altération de la structure osseuse apparaît fréquemment sous forme d'une agglomération de nombreux fragments soudés de façon irrégulière.

Une structure confuse des vertèbres se voit dans les cas 20 (fig. 9), 44 (fig. 20), 49 (fig. 66), 57 (fig. 70), 81 (fig. 38), 106 (fig. 96), 109 (fig. 98), etc...

Une fragmentation nette s'observe dans les cas 28 (fig. 64), 31 (fig. 65), 16 (fig. 60), etc...

**E. Variations numériques des vertèbres, dans les régions lombaire et sacrée.** — Le nombre des vertèbres varie peu dans les régions lombaire et sacrée chez la Souris à queue longue : le plus souvent on compte 5 vertèbres lombaires et 4 vertèbres sacrées. Dans la grande majorité des cas, on retrouve les mêmes chiffres chez les Souris anoures.

Nous allons distinguer, pour l'analyse des relations numériques en question, deux éventualités suivant qu'au delà de la région sacrée il existe ou non des vertèbres caudales.

<sup>10</sup> *En présence de vertèbres caudales.* — Le nombre des vertèbres lombaires est réduit à 4 dans le cas 114 (fig. 102). et augmenté jusqu'à 6 dans les cas 41 (fig. 28), 42, 45, 49 (fig. 66), 51 (fig. 26), 68, 70, 72 (fig. 35), 73 (fig. 76), 76 (fig. 77), 79 (fig. 80), 81 (fig. 38), 82 (fig. 82), 87 (fig. 42), 88 (fig. 83), 92 (fig. 42), 100, 111, 121, 125 et 126 et jusqu'à 7 dans le cas 55.

Dans la région sacrée, la réduction à 3 vertèbres a été observée dans les cas 42, 63 (fig. 74), 66 (fig. 32), 68 (fig. 112), 70, 85 (fig. 40), 105 (fig. 50), 114 (fig. 102), 117 (fig. 103), 119 (fig. 107), 125 (fig. 52) et 126 (fig. 55), et l'augmentation à 5 vertèbres sacrées, dans les cas 69 (fig. 34) et 73 (fig. 76).

Le rapprochement des données numériques précédentes montre que dans la région lombaire, l'augmentation du nombre des vertèbres (22 cas) est plus fréquente que sa diminution (1 cas). Par con-

tre, dans la région sacrée, c'est la réduction de ce nombre qui s'observe le plus souvent (12 cas), une augmentation (5 vertèbres) n'ayant été constatée que deux fois.

On pourrait penser *a priori* que l'augmentation du nombre de vertèbres lombaires se trouve compensée par la réduction de celles de la région sacrée et réciproquement. En réalité cette compensation n'a été observée que 5 fois (cas 42, 68, 70, 125 et 126); d'autre part il y a un cas (n° 73, fig. 76) dans lequel il y a simultanément augmentation du nombre de vertèbres dans les deux régions (6 vertèbres lombaires et 5 sacrées).

2° *En l'absence de vertèbres caudales.* — Le nombre des vertèbres lombaires est abaissé à 4 dans le cas 36; il est élevé à 6 dans six cas : 12, 13, 17 (fig. 8), 18, 20 (fig. 9), 26 (fig. 31) où le rachis se termine au niveau de la 3<sup>e</sup> vertèbre sacrée et dans le cas 32 où on trouve 4 vertèbres sacrées.

En ce qui concerne la région sacrée, il n'y a pas un seul cas de terminaison nette du rachis au niveau de la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée : à cette vertèbre s'ajoute toujours une fraction de la vertèbre suivante.

Parmi les 9 cas où le rachis se termine à la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée, il n'y a que le cas 6 (fig. 4) où cette vertèbre semble représentée toute entière, bien qu'un peu déformée. Dans 18 cas, le rachis se termine sur la 3<sup>e</sup> vertèbre sacrée, qui est également très souvent incomplète.

Une altération des particularités morphologiques des vertèbres qui normalement caractérisent chaque région, peut rendre leur numération difficile.

Ainsi, la dernière vertèbre lombaire a des apophyses transverses assez développées, mais pointues et dirigées en avant, tandis que les apophyses de la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée sont larges et dirigées vers les os iliaques avec lesquels elles se trouvent unies par une synchondrose. Dans les cas 2 (fig. 2) et 66 (fig. 32) la dernière vertèbre lombaire manifeste une tendance nette à se transformer en première vertèbre sacrée. La terminaison du sacrum peut être aussi difficile à préciser : la 4<sup>e</sup> vertèbre sacrée peut ne pas être soudée avec les 3 autres, ou bien, au contraire, la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale peut être soudée avec le sacrum. La vraie nature des vertèbres dans les cas douteux, s'établit d'après leurs rapports avec les points de repères indiqués plus haut.

**F. Particularités présentées par l'extrémité postérieure du rachis.** — L'extrémité postérieure du rachis des Souris anoures (A) se perd en général dans les tissus du bassin et est séparée de la queue filiforme, lorsque celle-ci existe. Ce filament caudal peut

atteindre 20 millimètres de longueur et il est très souvent coudé ou ondulé, comme le sont les queues raccourcies chez les brachyours (les filaments ne figurent malheureusement pas sur les radiographies des Souris du présent stock ; les animaux ayant été dépouillés avant d'être radiographiés).

Les subanoures, à pendeloque (*Arp*) présentent une masse plus considérable de parties molles, ayant l'aspect d'un petit corps suspendu par un filament. On observe cette pendeloque plus souvent chez les jeunes que chez les adultes ; une fois qu'elle est perdue, la Souris devient par la morphologie extérieure, un anoure complet ou un subanoure à rudiment de queue osseux. Sur les 14 Souris à pendeloque radiographiées, 3 seulement ont conservé cet appendice jusqu'à leur mort ; toutes les autres l'ont perdu en bas âge.

L'examen radiographique de ces 3 Souris a montré que, contrairement à ce que l'on pourrait supposer d'après l'épaisseur des pendeloques, elles ne renferment pas de squelette ou n'en présentent que des traces. Ainsi dans les cas 121 (fig. 111) la pendeloque était oblongue et constituée seulement par des tissus mous, tandis que dans le cas 27 (fig. 63 et 67) elle présentait, à l'intérieur d'une masse charnue de 10 millimètres, attachée par un filament, un osselet mince, épaissi à un bout et, dans le cas 100 (fig. 91), un osselet rappelant une vertèbre rudimentaire.

Chez les Souris anoures, ayant un rudiment de queue conservant son squelette (*Ard* et *Arc*), les tissus mous entourent la partie terminale du squelette rachidien, sous forme d'un capuchon arrondi, ou bien s'amincissent en pointe (voir la fig. IV) ; dans ce dernier cas, c'est la partie terminale de la queue qui semble être transportée à sa base, après suppression de toute la région intermédiaire.

La terminaison squelettique du rachis lui-même prend des aspects variés. Le rachis se termine parfois brusquement, comme s'il était coupé artificiellement au niveau d'un espace intervertébral (cette disposition est rare : cas 50, fig. 25), ou, ce qui se rencontre beaucoup plus souvent, à travers une vertèbre, comme dans les cas 2 (fig. 2), 7 (fig. 58) (coupe oblique), 8 (fig. 5), 9 (fig. 6), 118 (fig. 106), etc. sans que les vertèbres précédentes soient endommagées. Dans la majorité des autres cas, la terminaison du rachis est irrégulière et porte des traces de traumatisme plus ou moins mutilant et affectant les parties proximales comme s'il y avait eu une traction exercée au voisinage de l'insertion de la queue disparue.

Cette idée vient à l'esprit, pour les cas 49 (fig. 66) et 63 (fig. 74).

D'autre part, il y a des cas dans lesquels les dernières vertèbres elles-mêmes semblent avoir subi un traumatisme grave, sous forme de fracture, comme dans les cas 19 (fig. 61), 31 (fig. 65), 96 bis (fig. 87) et beaucoup d'autres, où on trouve des éclats osseux à l'extrémité du rachis.

Parmi ces éclats, on voit parfois des fragments qui semblent appartenir aux vertèbres provenant des niveaux distaux de la queue, ou qui ressemblent à de petites vertèbres caudales aberrantes. Dans le cas 51 (fig. 26) par exemple, le rachis se termine par la première vertèbre caudale, disposée transversalement et qui est de taille moyenne, ce qui suggère qu'elle provient du milieu de la queue. Une disposition analogue (cas 115) se voit sur la radiographie (fig. 104), mais ici la vertèbre, de taille moyenne, se trouve à l'extrémité du rachis placée latéralement dans une masse épaisse de tissus mous. Dans le cas 54 (fig. 29) on voit également, à l'extrémité du rachis, un fragment osseux qui rappelle une petite vertèbre égarée appartenant à la partie terminale de la queue. Le cas 55 (fig. 68) montre un fragment transversal, qui semble appartenir à une petite vertèbre aberrante. On voit des apparences analogues dans les cas 16 (fig. 7 et 60), 62 (fig. 53), 116 (fig. 105), 122 (fig. 109), etc., où les fragments osseux semblent être ceux de vertèbres caudales distales.

Le rachis des Souris anoures peut se terminer encore par un épaississement plus ou moins marqué d'une ou de plusieurs des dernières vertèbres. Cet épaississement prend parfois l'aspect d'une masse arrondie épineuse, par l'agglomération des ébauches de plusieurs vertèbres, ou bien d'une sphère creusée de lacunes, etc. (cas 41, fig. 28; 95, fig. 47; 55, fig. 68, etc.) ou enfin d'un éventail, comme dans le cas 116 (fig. 105); cette dernière disposition semble dépendre d'une incorporation à l'épaississement terminal des parties appartenant à plusieurs vertèbres.

Dans le cas 59 (fig. 71) on voit une solution de continuité du rachis : la dernière vertèbre est un peu écartée de celles qui la précèdent. Dans le cas 27 (fig. 63 et 67) on voit également au-dessous du sacrum une vertèbre libre, en connexion avec la pendeloque.

Il nous reste encore à mentionner quelques cas comme 107 (fig. 49), 112 (fig. 100), 120 (fig. 108), 125 (fig. 52) et 126 (fig. 55)

où les animaux avaient l'apparence d'anoures absolus, malgré la présence d'un nombre assez considérable de vertèbres caudales. Cette discordance s'explique par la présence de coudures intrapelviennes, qui altèrent la direction du rachis et ramènent ainsi toutes les vertèbres caudales à l'intérieur du bassin. Le comportement génétique de ces animaux sera discuté plus tard.

---

## CHAPITRE VII

### STOCK II DE SOURIS ANOURES, SE REPRODUISANT ENTRE ELLES SANS SÉGRÉGATION DES DESCENDANTS

Comme nous l'avons déjà indiqué plus haut (p. 296), ce stock consiste en 3 lignées anoures (*XXIX*, *XIX* et *agouti*), qui se reproduisent, à l'intérieur de chaque lignée, sans ségrégation ; elles donnent un retour au type normal après croisement : 1° entre ces lignées, et 2° entre les individus de ces lignées et Souris à queue longue, prises en dehors du stock II (c'est ainsi qu'a été formée la lignée *XXXIII*). La description des radiographies est faite comme pour le stock I ; les animaux sont classés en groupes d'après le niveau de la terminaison du squelette rachidien et, dans chaque groupe, suivant les lignées et leurs branches.

La variabilité des formes d'anoures dans ce stock est plus limitée que dans le stock I : les anoures avec rudiment caudal font complètement défaut. On ne trouve que des anoures absolus ou à queue filiforme.

En raison de leur reproduction *inter se*, sans ségrégation, et pour les distinguer des anoures du stock I, nous les désignons sous le nom d'ultra-anoures (*Au*). Nous avons omis cette désignation dans la liste qui suit, parce que tous les animaux y sont pareils (*Au*).

## DEUXIÈME LISTE

## ANOURES SE REPRODUISANT ENTRE ELLES SANS SÉGRÉGATION

*A. Terminaison de la colonne vertébrale  
au niveau du sacrum.*

*a) Terminaison du squelette vertébral  
au niveau de la première vertèbre sacrée.*

## Lignée XXIX.

*Branche I.*

127. ♀ 8849 <sup>(1)</sup> 2 + (2 + 1 l non soudée sur la ligne médiane + 1 s fracturée) (fig. 169).  
 128. ♂ 30265. 1 + (1 + 3 l télescopées avec déplacement des fragments + 1 s); les trois dernières vertèbres sont raccourcies et présentent une fente médiane; l'aspect général évoque un traumatisme sous l'action d'une force ayant agi de bas en haut (fig. 170).  
 129. ♀ 30512. 1 + (4 l, la dernière fendue en deux moitiés, déplacées par l'enfoncement de la 4<sup>e</sup> vertèbre lombaire + 1 s fracturée et incomplète) (fig. 171).  
 130. ♀ 30462. (5 l dont les 3 dernières raccourcies et élargies, non ossifiées au milieu + 1 s également raccourcie et fendue); traumatisme probable (fig. 115).  
 131. ♀ 30681. 3 + (2 l, la dernière avec un trait sagittal non calcifié) + 1 s, raccourcie et imparfaitement soudée sur la ligne médiane (fig. 116).  
 132. ♀ 30877. 2 + (2) + 1 l + 1 s raccourcie et à ossification défectueuse sur la ligne médiane) (fig. 117).

*Branche IV.*

133. ♂ 30622. (3 + 2 l fracturées et enfoncées entre les os iliaques + 1 s défectueuse, les trois dernières étant comprimées de haut en bas) (fig. 118).

*Branche V.*

134. ♀ 31105. 1 + (3) + 1 l + 1 s. La structure des vertèbres est plus régulière que dans les cas précédents (fig. 119).  
 135. ♀ 30583. 1 + (2) + (2 l + 1 s, un peu raccourcie, mais à structure assez régulière) (fig. 122).

(1) Souche de la branche I, lignée XXIX.

136. ♀ 30584. (3 + 1 *l* dont les apophyses transverses, bien que dirigées vers le haut, sont en contact avec les os iliaques; le corps de cette vertèbre est composé de deux parties symétriques, se touchant à peine sur la ligne médiane, plus bas, une guirlande d'ébauches vertébrales ne descendant pas au-dessous du niveau de la première vertèbre sacrée) (voir fig. 121 agrandie). Long filament ondulé sans aucune trace de squelette (fig. 120 et 121).

### Lignée XXXIII.

#### Branche I.

137. ♀ 30454. (2 bien discernables + 3 *l* amincies, étirées et pliées sous forme d'S ou de spirale + 1 *s* consistant en deux apophyses transverses fusionnées avec les os iliaques mais glissant l'une le long de l'autre au niveau de la ligne médiane). Au-dessous, un fragment quadrangulaire, avec un trait non ossifié au milieu, donnant l'idée d'un corps de vertèbre fracturé (fig. 123).
138. ♀ 30727. 4 + (1 *l* subdivisée ou 2 ou 3 *s* raccourcies : de chaque côté, on voit l'apophyse transverse consistant en trois parties, mais le corps est unique avec deux lignes transversales à peine tracées (fig. 172).

### Lignée XIX.

139. ♂ 30449. (4) + (1 *l* + 1 *s* semblant coupée net à l'extrémité) (fig. 124).
140. ♀ 31384. (2) + (3 *l* + 1 *s* déformée). Un fragment osseux ou une petite vertèbre aberrante se trouve insérée entre l'apophyse transverse et l'os iliaque (fig. 173).

#### b) Terminaison du squelette vertébral au niveau de la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée.

### Lignée XXIX.

#### Branche I.

141. ♂ 9615. 4 + (1 *l* ayant l'aspect d'une vertèbre sacrée + 1 1/2 *s*) (fig. 126).
142. ♀ 9616. (2 + 1 un peu courte et plus large que les autres, formée de deux moitiés, imparfaitement soudées + 1), ossification par places imparfaite; + (1 *l* + 2 *s*) (fig. 174 et VII, A).
143. ♂ 9902. (4 *l* + 1 1/2 *s* la première semblant cassée transversalement). Au-dessous, petits fragments cartilagineux libres (fig. 175).
144. ♀ 9904. (2 *l* dont la première présente un point détaché et imparfaitement soudé + 2 *s* se terminant par un bout étiré) (fig. 125).
145. ♂ 30241. 2 + (2 *l* à ossification imparfaite sur la ligne médiane + 1 1/2 *s* fendues également sur la ligne médiane) (fig. 127).
146. ♀ 30242. 1 + (2) + (2 *l*) + (1 1/2 *s*, extrémité pointue) (fig. 128).
147. ♀ 30615. (2) + 3 *l* + (3 *s*) (fig. 131).

*Branche III.*

- 148 ♂ 9927. 2 + (3 *l*, subluxation de la dernière + 1 1/2 *s* ayant un aspect tronqué) (fig. 129).

*Branche IV.*

149. ♀ 30623. (5 *l*, la dernière imparfaitement soudée sur la ligne médiane + 1 1/4 *s*) (fig. 130).  
150. ♀ 30625. 2 + (3 *l* dont l'une est imparfaitement fusionnée au milieu) + (2 *s* raccourcies) (fig. 133).

*Branche V.*

151. ♀ 31104. (2 bien formées + 3 ou 4 *l*, télescopées, et plus ou moins confondues + 1 ou 1 1/4 *s* fracturée, défectueuse et se trouvant en contact avec deux fragments osseux étirés qui se terminent librement dans les tissus mous) (fig. 132).  
152 ♀ 31506 (5 *l* boursouflées et raccourcies, torsion probable, suivie de fractures et de déplacements de fragments + 1 1/2 *s*, superposition de fragments, petit fragment libre dans les tissus mous) (fig. 176).

## Lignée XXXIII.

*Branche I.*

153. ♀ 30310. 3 + (2 *l* + 1 1/4 *s* nettement tronquée) (fig. 134).

*Branche V.*

154. ♀ 31593. 1 + (2) + 1 + (1 *l* + 1 1/2 *s* déformées) (fig. 135 et VII, C).

## Lignée XIX.

155. ♂ 30769. 3 + (2 *l* + 1 aspect intermédiaire entre *l* et *s*, + 1 1/2 *s*, la dernière n'est représentée que d'un seul côté, l'autre moitié étant absente; la terminaison semble étirée) (fig. 136).

## Lignée agouti.

156. ♀ 22317. 2 + (2) + (1 *l* + 2 *s* complètes ou 3 *s* raccourcies, dont la première est sensiblement plus ossifiée que la deuxième, cette dernière présentant, en outre, des pertes de substance sous forme de trous). Au-dessous, un petit fragment osseux, long filament ondulé sans squellette (fig. 137).

c) *Terminaison du squelette vertébral  
au niveau de la 3<sup>e</sup> vertèbre sacrée.*

Lignée XXIX.

*Branche I.*

157. ♂ 8857 (1) 2 + (2, coudure latérale au milieu) + (1 l + 2 1/2 s raccourcies par compression probable de bas en haut, compression qui semble avoir endommagé en même temps le disque cartilagineux au niveau duquel siège la coudure lombaire (fig. 139).  
 158. ♀ 9618. (2) + 2 l + (3 ou 4 s raccourcies et intimement fusionnées). Long filament sans squelette (fig. 138 et VII, E).  
 159. ♂ 30678. (5 l + 2 1/2 s, partie terminale étirée) (fig. 140).  
 160. ♂ 30679. 5 l + (2 1/2 s, dernière plus transparente) (fig. 141).  
 161. ♀ 30875. 2 + (3 l) + 3 s pénétrées de lacunes et semblant coupées net à l'extrémité) (fig. 142).  
 162. ♀ 31171. 5 + (1 l + 3 s) (fig. 144).  
 163. ♀ 30888. 5 l + (2 1/2 s raccourcies) (fig. 143).

*Branche II.*

164. ♀ 9339 (2) (2) + (2) + (1 l + 2 1/2 s), terminaison du rachis par un crochet (fig. 146).

Lignée XXXIII.

*Branche I.*

165. ♀ 30601. 5 + (1 l rappelant d'un côté une vertèbre sacrée + 3 s avec lacunes) (fig. 179).  
 166. ♀ 30782. 4 + (1 l + 3 s; à côté de la dernière on voit un fragment) (fig. 145).  
 167. ♀ 30987. 2 + (2) + (1 l + 3 s à structure un peu effacée, présentant à l'extrémité, un allongement, rappelant le pygostyle d'Oiseau (fig. 148).  
 168. ♂ 31382. (2) + 3 + (1 l + 2 1/2 s progressivement diminuées vers l'extrémité et se terminant par un bout étiré) (fig. 152).

d) *Terminaison du squelette vertébral  
au niveau de la 4<sup>e</sup> vertèbre sacrée.*

Lignée XXIX.

*Branche I.*

169. ♂ 30362. 2 + (3 l, raccourcissement de la 4<sup>e</sup> lombaire + 2 1/2 fragmentées ou 3 1/2 s comprimées de bas en haut) (fig. 149).  
 170. ♂ 30459. 2 + (2) + 1 l + (4 s) (fig. 178).

(1) Progéniteur de 5 branches, XXIX.

(2) Souche de la branche II, lignée XXIX.

171. ♂ 30460. (2) + (2) + (1 l + 4 s). Long filament ondulé sans squelette (fig. 150).  
 172. ♀ 30461. 4 + (1 l + 3 1/2 s) (fig. 151).  
 173. ♀ 30680. 1 + (2) + 1 + (1 l + 3 1/2 s, terminaison sous forme de boule bosselée) (fig. 153).  
 174. ♀ 30876. (2) + 3 l + (3 1/2 s). Bout s'amincissant progressivement (fig. 177).

*Branche III.*

175. ♀ 30597. 2 + (2) + (1 l ou s + 3 1/2 s, raccourcies, intimement fusionnées et à structure indistincte) (fig. 154).  
 176. ♀ 30701. 5 l + (3 1/2 s, terminaison arrondie) (fig. 155).

*Branche IV.*

177. ♀ 30624. 1 + (2) + (2 l + 4 s, dernière épaissie et arrondie) (fig. 147).

*Branche V.*

178. ♀ 30977. 2 + (4 l + 3 1/2 s) (fig. 156).  
 179. ♂ 31103. 1 + (3) + 1 l + (4 s, dernière incomplète avec un petit fragment à l'extrémité) (fig. 186).

## Lignée XXXIII.

*Branche I.*

180. ♂ 30332. (5 l, la première avec perte de substance ou défaut d'ossification sous forme de trou transversal) + (4 s, dont la dernière rudimentaire). L'extrémité du sacrum est déviée d'un côté, de l'autre il y a un hyperostose émergeant de la 3<sup>e</sup> vertèbre sacrée et déterminant une espèce de bifurcation de celle-ci (fig. 157).  
 181. ♀ 30452. 1 + (1 + 3 l sublaxées à la suite semble-t-il d'une torsion et restées rudimentaires + 4 s à structure embrouillée, le tout présente une masse de fragments fusionnés) (fig. 185).  
 182. ♀ 31257. 3 + (2 l + 3 1/2 s raccourcies); diminution progressive vers l'extrémité qui est pointue; superposition de plusieurs éclats osseux (fig. 180).  
 183. ♀ 31383. 5 l + (4 s) (fig. 158).

*Branche I × V.*

184. ♀ 31914. 6 l + (3 1/2 s) (fig. 162).

## Lignée XIX.

185. ♀ 30559<sup>(1)</sup>. 4 + (1 l + 3 1/2 s, se terminant par une partie en crochet, représentant la moitié la mieux conservée de la dernière vertèbre disposée d'un côté; la moitié de l'autre côté est défectueuse et plus transparente) (fig. 183).

(1) Souche de la lignée XIX.

186. ♂ 31303. 5 *l* + (2, se trouvant en contact avec les os iliaques + 1 raccourcie avec des apophyses transverses, moins développées + 1 s dépourvue d'apophyses) (fig. 181)

Lignée agouti.

187. ♀ 22272. 5 + (1 *l* + 4 s, semblant coupées net) (fig. 159).  
188. ♂ 22154. 4 + (1 *l* + 4 s raccourcies, bout étiré) (fig. 184).

**B. Terminaison de la colonne vertébrale  
au niveau de la partie initiale de la queue.**

a) *Terminaison du squelette vertébral  
au niveau de la première vertèbre caudale.*

Lignée XXIX.

*Branche I.*

189. ♂ 30761. 5 *l* + (4 s + 1 c un peu élargie et déviée de côté) (fig. 160 et XI).  
190. ♀ 30887. 5 *l* + (4 s + 1 c incomplète et subluxée, superposition d'un fragment osseux, mince, triangulaire) (fig. 161).

*Branche V.*

191. ♂ 30976. 5 *l* + (3 1/2 s + 1 c, incomplète, subluxée, les trois dernières vertèbres portant des marques nettes de traumatisme) (fig. 163).

Lignée XXXIII.

*Branche I.*

192. ♀ 31406. 1 + (4 *l* dont les deux dernières boursoufflées, donnant l'impression d'un traumatisme subi autrefois, + 4 s plus régulières + 1 c, amincissement progressif vers l'extrémité) (fig. 187).  
193. ♀ 31587. 5 + (1 *l* + 3 s raccourcies + 1 s ou c sans apophyse, diminution progressive vers l'extrémité) (fig. 165).

Lignée XIX.

194. ♀ 31475. 1 + (4 *l* dont les deux dernières fracturées et déformées ainsi que la 1<sup>re</sup> s, le tout donnant l'impression d'un promontoire) + (3 s, comprimées, à structure confuse + 1 s ou c étirée sous forme de pygostyle d'oiseau) (fig. 188).

## Lignée agouti

195. ♂ 21024 (1) 3 + (2 l) + (4 s + 1 c arrondie à l'extrémité et avec des apophyses transverses plus développées que d'habitude) (fig. 166).  
 196. ♂ 22055. 5 l + (4 s + 1 c incomplète, pointue) (fig. 189).  
 197. ♀ 22155. 3 + (2 l) + (4 s, dont les deux dernières à structure confuse + 1/2 c rudimentaire sous forme d'un fragment placé obliquement) (fig. 182).  
 198. ♂ 22156. 1 + (2) + 1 + (1 l + 4 s + 1/2 c). Fente triangulaire dont le sommet se trouve sur la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée et la base à l'extrémité du rachis (fig. 164).  
 199. ♂ 22224 5 + (1 l + 4 s, de la dernière il ne reste que le corps aminci) + 1 c difforme et anormalement reculée par rapport à la précédente; traumatisme probable) (fig. 190).  
 200 ♀ 22225. 5 l + (4 s) + 1 c difforme et séparée par une lacune (peut-être artificielle) de la dernière vertèbre sacrée (fig. 195).

b) *Terminaison du squelette vertébral au niveau  
des vertèbres 2 à 4*

## Lignée XXIX.

*Branche I.*

201. ♂ 30885. (2) + 2 + (1 l + 4 s + 3 c raccourcies) (fig. 196).

*Branche V.*

- 202 ♀ 31021. 5 l + (4 s) + 3 ou 4 c; la dernière vertèbre semble formée par la fusion de deux vertèbres (fig. 167).

## Lignée XXXIII.

*Branche I.*

203. ♂ 30986. 5 + (1 l, ayant d'un côté l'aspect d'une vertèbre sacrée + 3 s + 3 c, dont les deux dernières raccourcies et fusionnées sous forme d'une boule avec deux paires d'apophyses transverses dont la dernière paire est dirigée vers le bas) (fig. 191).  
 204. ♀ 31930. 5 l + (4 s) + (3 c, les deux dernières télescopées et incomplètes). Long filament sans squelette (fig. 168).

*Branche V.*

205. ♂ 31167. (2) + 3 l + (4 s + 2 1/2 c raccourcies, les 2 dernières rudimentaires) (fig. 193).  
 206. ♀ 31555. 5 l + (4 s faiblement ossifiées) + (2 c, formant une coudure à l'extrémité) (fig. 194).

(1) Souche de la lignée agouti.

## Lignée agouti.

207. ♀ 22088. (5) + (1 l + 3 s + 2 c a structure confuse) (fig. 197).

208. ♂ 22111. 5 l + (3 ou 4 s + 1 ou 2 c à structure confuse et se terminant par un bout aminci) (fig. 192).

# CONSTATATIONS MORPHOLOGIQUES SUR LES INDIVIDUS DE LA LISTE II

Les divers types de modifications morphologiques observés dans le stock I se retrouvent dans le stock II.

## A. Soudures diverses de vertèbres.

Sur les 82 radiographies du stock II, nous n'avons observé que 7 cas exempts de soudure dans les régions lombaire et caudale. Ce sont les cas 160 (fig. 141), 163 (fig. 143), 177 (fig. 155), 183 (fig. 158), 184 (fig. 182), 186 (fig. 181) et 200 (fig. 195).

Voici quelques exemples de soudures de vertèbres :

1° *Soudure de vertèbres lombaires* : 2 vertèbres soudées : cas 131 (fig. 116), 132 (fig. 117), 146 (fig. 128), 147 (fig. 131), 158 (fig. 138). 3 vertèbres soudées : cas 150 (fig. 133), 161 (fig. 142) et 179 (fig. 186), toutes les 5 vertèbres soudées : cas 180 (fig. 186).

2° *Soudure avec le sacrum d'une ou de plusieurs vertèbres lombaires* : Une vertèbre : cas 141 (fig. 126), 162 (fig. 144), 165 (fig. 179), 166 (fig. 145) et 188 (fig. 184) ; deux vertèbres : cas 153 (fig. 134), 177 (fig. 147), 182 (fig. 180) ; trois vertèbres : cas 148 (fig. 129), 155 (fig. 136), 169 (fig. 149) ; quatre vertèbres : cas 128 (fig. 170), 129 (fig. 171), 178 (fig. 156) et 192 (fig. 187).

3° *Soudure simultanée de vertèbres lombaires et lombo-sacrées* : Cas 139 (fig. 124), 140 (fig. 173), 154 (fig. 135) ; 156 (fig. 137), 164 (fig. 146), 167 (fig. 148), 168 (fig. 152), 171 (fig. 150) ; 173 (fig. 153), etc...

4° *Soudure avec le sacrum de toute la région lombaire* : Cas 130 (fig. 115), 133 (fig. 118), 136 (fig. 120 et 121), 143 (fig. 175), 144 (fig. 125), 151 (fig. 132), 152 (fig. 176), 159 (fig. 146).

5° *Soudures dans la région caudale* : Vertèbres caudales soudées entre elles : cas 204 (fig. 168), 206 (fig. 194), etc. — Soudées avec le sacrum : 190 (fig. 161), 191 (fig. 163), etc.

### B. Défauts d'ossification du rachis et fusion incomplète de certaines vertèbres au niveau de la ligne médiane.

Les modifications de structure osseuse des vertèbres peuvent être réparties, dans ce stock, comme dans le stock précédent, en trois groupes :

1<sup>o</sup> *Apparition dans le corps vertébral de points lacunaires* qui semblent être dus à une perte de substance : cas 161 (fig. 142) et 165 (fig. 179), où les 3 vertèbres sacrées sont criblées de lacunes, et cas 180 (fig. 157), où l'on trouve un trou transversal dans la 1<sup>re</sup> vertèbre lombaire.

2<sup>o</sup> *Raréfaction de la substance osseuse* rendant les vertèbres plus transparentes que normalement.

Cette altération se voit dans les cas 167 (fig. 148), 185 (fig. 183), 194 (fig. 188) sur les dernières vertèbres sacrées, et dans le cas 206 (fig. 194) sur les vertèbres sacrées et caudales.

3<sup>o</sup> *Non soudure des deux moitiés latérales de vertèbres*. Cela s'observe aussi bien dans la région lombaire que dans la région sacrée, et peut parfois intéresser plusieurs vertèbres contiguës.

On trouve ce phénomène dans le cas 130 (fig. 115), où les trois dernières vertèbres lombaires laissent voir une fente sagittale, partageant chaque vertèbre en deux moitiés semblables ; dans les cas 142 (fig. 174 et VII, A) où la fente passe au niveau de la 3<sup>e</sup> vertèbre lombaire, 131 (fig. 116), 136 (fig. 121), 149 (fig. 130) etc., avec une fente au niveau de la dernière vertèbre lombaire.

On trouve également la persistance de la séparation des deux moitiés latérales dans la région sacrée, dans les cas 131 (fig. 116), 132 (fig. 117) où la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée n'est pas fusionnée, et dans le cas 198 (fig. 164) qui laisse voir une fente triangulaire, dont le sommet se trouve au niveau de la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée, et la base à l'extrémité du rachis (1<sup>re</sup> vertèbre caudale) ; le cas 145 (fig. 127) présente également un aspect semblable.

Dans certains cas, les lésions précédentes se combinent : cas 156 (fig. 137), où la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée est transparente et en même temps criblée de lacunes. Les fentes plus ou moins irrégulières accompagnent souvent des traumatismes graves comme dans les cas 137 (fig. 123), 148 (fig. 129), 152 (fig. 176), etc.

### C. Coudures et courbures du rachis.

Les Souris anoures du présent stock conservent dans la majorité des cas une rectitude du rachis, malgré les altérations graves qui sont parfois constatées, comme dans les cas 127 (fig. 169), 159 (fig. 140), 192 (fig. 187), etc.

Les courbures rares qu'on peut trouver sur les radiographies sont très peu prononcées ; les coudures nettes sont présentées dans les cas suivants : 157 (fig. 139), coudure entre 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> vertèbres lombaires qui présentent d'un côté une soudure des surfaces articulaires, de l'autre côté on voit nettement l'espace intervertébral libre. Dans ce cas, la base anatomique de la lésion est donc un développement défectueux du cartilage intervertébral ; le cas 206 (fig. 194) présente une coudure au niveau de la partie caudale du rachis formée de 2 vertèbres fusionnées ; pour les coudures apparues à la suite de traumatismes, voir le paragraphe suivant.

#### D. Modifications paraissant résulter de traumatismes mécaniques.

On trouve sur les radiographies du stock II des altérations qui ont l'aspect de luxations, de fractures, de compressions, etc.

On voit une *subluxation* accompagnée d'ankylose dans le cas 148 (fig. 129), où la 5<sup>e</sup> vertèbre lombaire a glissé vers la face latérale de la 4<sup>e</sup> vertèbre, de telle façon qu'une partie de la face articulaire de la 5<sup>e</sup> vertèbre reste libre et fait saillie sur la face latérale du rachis. On voit le même phénomène de *luxation incomplète* dans le cas 189 (fig. 160 et VII, B), 190 (fig. 161), 191 (fig. 163) : dans ces trois cas l'arrêt du rachis a lieu au niveau de la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale qui est subluxée.

Les images qui évoquent l'idée d'une *fracture*, se trouvent aussi bien dans la région lombaire que dans la région sacrée, et elles peuvent intéresser une ou plusieurs vertèbres.

Ainsi dans le cas 133 (fig. 118), deux dernières vertèbres lombaires sont fracturées et enfoncées entre les os iliaques ; dans le cas 129 (fig. 171) la dernière vertèbre lombaire est fendue en deux moitiés écartées par l'enfoncement de la 4<sup>e</sup> vertèbre lombaire, l'unique vertèbre sacrée est également fracturée ; le cas 127 (fig. 169) présente à peu près le même aspect ; dans le cas 143 (fig. 175), la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée semble fracturée transversalement, etc. Un *traumatisme* détermine parfois la formation d'une coudure, comme dans le cas 194 (fig. 188) où une fracture des dernières vertèbres lombaires et de la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée s'est consolidée, en formant une sorte de promontoire.

Le cas 181 (fig. 185), où les trois dernières vertèbres lombaires sont subluxées et restées rudimentaires, suggère l'idée d'une *torsion*, ainsi que le cas 152 (fig. 176) dans lequel les 5 vertèbres lombaires sont boursoufflées et consistent en fragments consolidés.

Un *traumatisme sous forme de compression* peut être à l'origine des vertèbres aplatis comme dans les cas 130 (fig. 115), 157 (fig. 139), 163 (fig. 143), 175 (fig. 154), 193 (fig. 165) et 194 (fig. 188) pour la région lombo-sacrée, et dans les cas 201 (fig. 196) et 205 (fig. 193) pour la région caudale.

### E. Variations numériques des vertèbres dans les régions lombaire et sacrée.

Dans la majorité des cas, on trouve les mêmes nombres de vertèbres dans les régions lombaire et sacrée (5 et 4 vertèbres respectivement) que chez les Souris normales. Cependant, un certain nombre de cas présentent des fluctuations :

<sup>10</sup> *En présence de vertèbres caudales*, le nombre de vertèbres lombaires est élevé à 6 dans les cas 199 (fig. 190), 203 (fig. 191) et 207 (fig. 197); aucun cas n'a présenté de diminution de vertèbres lombaires en présence des vertèbres caudales.

Dans la région sacrée, la réduction à 3 a été observée dans les cas 203 (fig. 191) et 207 (fig. 197). Aucun cas n'a présenté d'augmentation du nombre de vertèbres sacrées.

<sup>20</sup> *En l'absence de vertèbres caudales*, l'augmentation du nombre de vertèbres lombaires a été observée dans les cas 165 (fig. 179), 168 (fig. 152), 178 (fig. 156), 184 (fig. 162) et 187 (fig. 159) et la réduction à 2, dans le cas 144 (fig. 125) et à 4 dans les cas 136 (fig. 121), 143 (fig. 175), 145 (fig. 127) et 158 (fig. 138 et VII, E).

Le rachis se termine au niveau de la région sacrée 14 fois à la 1<sup>re</sup> vertèbre, 16 fois à la 2<sup>e</sup> vertèbre et 12 fois à la 3<sup>e</sup> vertèbre, la dernière vertèbre étant souvent incomplète.

Une tendance à la sacralisation de la dernière lombaire s'est manifestée dans les cas 141 (fig. 126), 203 (fig. 191) et 165 (fig. 179), où les apophyses transverses de la dernière vertèbre lombaire s'élargissent et se soudent plus ou moins aux os iliaques.

### F. Particularités présentées par l'extrémité postérieure du rachis.

Aucune des Souris de ce stock n'a présenté de rudiment caudal visible extérieurement et pourvu de squelette, mais la plupart possédaient une queue filamenteuse, dont la longueur variait de 2 à 20 millimètres. Ces filaments peuvent être droits, ondulés ou coulés; on les voit sur les photographies (fig. VII). On les trouve rarement sur les figures des planches, parce que, dans la majorité des cas, ils ont été enlevés avec la peau.

Cependant, les cas 136 (fig. 120), 156 (fig. 137), 158 (fig. 138 et VII, E), 171 (fig. 150) et 204 (fig. 168) présentent des filaments visibles sur les radiographies. On n'y trouve aucune trace de squelette. La présence ou l'absence de filament n'a aucune relation avec

le degré de raccourcissement du squelette rachidien : dans les exemples cités plus haut, le rachis se termine sur la 1<sup>re</sup>, la 2<sup>e</sup>, la 3<sup>e</sup>, la 4<sup>e</sup> vertèbres sacrées et sur la 3<sup>e</sup> vertèbre caudale.

La partie terminale du rachis présente parfois un arrêt brusque, comme si son segment distal avait été amputé au niveau du disque cartilagineux, sans endommager les vertèbres sus-jacentes. Une telle terminaison est observée dans les cas 134 (fig. 119), 139 (fig. 124), où le rachis s'arrête à la première vertèbre sacrée ; dans le cas 161 (fig. 142), où il s'arrête à la 3<sup>e</sup> sacrée, et, enfin, dans les cas 183 (fig. 158) et 187 (fig. 159), où l'arrêt se produit à la

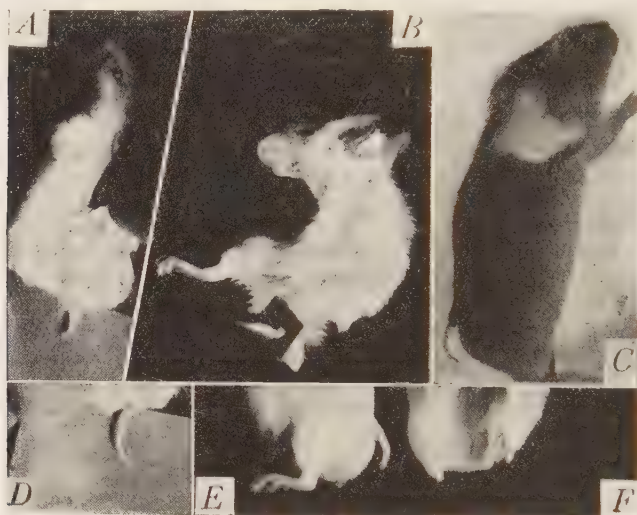


Fig. VII. — A, cas 142, ♀ 9616 lignée XXIX (fig. 174), queue filiforme recourbée. — B, cas 189, ♂ 30761, lignée XXIX (fig. 160), queue filiforme à terminaison pointue. — C, cas 154, ♀ 31593 lignée XXXIII (fig. 135) long filament ondulé. — D, ♂ 30160, queue filiforme 20 mm., son père cas 141 (fig. 126) a été radiographié. — E, cas 158, ♀ 9618 (fig. 138), queue filiforme de 14 mm. — F, ♀ 9935, queue filiforme coudée à la base.

4<sup>e</sup> vertèbre bien conservée. Le plus souvent, l'amputation semble être faite, non au niveau d'un disque intervertébral, mais à travers une vertèbre, aussi bien dans la direction transversale que dans la direction sagittale. La première variété est illustrée par les cas 148 (fig. 129), 153 (fig. 134), 160 (fig. 141) et 184 (fig. 162), la seconde par les cas 146 (fig. 128) et 155 (fig. 136).

La forme des dernières vertèbres, dans d'autres cas, peut être

arrondie (cas 176, fig. 155; 177, fig. 147; et 195, fig. 166), ou bien la dernière vertèbre est complètement privée d'apophyses (cas 186, fig. 181, et 193, fig. 165) ou bien enfin elle est plus ou moins étirée (cas 144, fig. 125; 158, fig. 138 et VII, E; 188, fig. 184, etc.).

Dans certains cas, la terminaison du rachis présente une diminution progressive de plusieurs vertèbres vers l'extrémité rappelant tantôt un pygostyle d'oiseau, comme dans les cas 167 (fig. 148) et 194 (fig. 188), etc., tantôt un coccyx de mammifère anoure, comme dans les cas 168 (fig. 152), 182 (fig. 180), 192 (fig. 187) et 193 (fig. 165).

Le cas 136 (fig. 120 et 121) représente un rachis qui se termine par une guirlande d'ébauches vertébrales remarquable par sa symétrie.

Dans certains cas, l'extrémité du squelette rachidien présente une fusion de plusieurs vertèbres terminales (cas 173, fig. 153 et 203, fig. 191).

D'autre part il y a des cas, où le rachis se termine par un fragment libre (cas 156, fig. 137), ou par une vertèbre subluxée (cas 190, fig. 161; 191, fig. 163), ou enfin par des fragments rappelant parfois des vertèbres aberrantes, provenant d'un niveau plus distal de la queue (cas 152, fig. 176). Le cas 140 (fig. 173) montre un fragment osseux ayant l'aspect d'une vertèbre aberrante, insérée entre l'apophyse transverse d'une vertèbre sacrée et l'os iliaque.

## CHAPITRE VIII

### COMPARAISON ENTRE LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DES DEUX STOCKS

D'une façon générale, les modifications morphologiques sont semblables dans les deux stocks de Souris anoures. Les lésions des vertèbres, à en juger par les types d'anomalies observés sur les radiographies, sont la conséquence, d'une part d'une altération du processus physiologique de l'organogénèse elle-même (soudures, coudures, raréfactions de la substance osseuse, etc.); d'autre part de traumatismes mécaniques (sections des vertèbres, luxations, fractures, torsions, compressions, etc.), révélés par l'étude radiographique et dont l'origine paraît être de nature génotypique. Dans le présent chapitre, nous allons comparer les modalités et les degrés d'altération, pour les divers types de lésions chez les individus des deux stocks.

*Soudure.* — Le même mode de soudure (lombaire, lombo-sacrée, sacro-caudal et caudal) s'observe dans les deux stocks et à peu près avec la même fréquence. Cependant le stock II présente plus de cas où la soudure est du type normal (vertèbres sacrées seules soudées) : 5 cas sur 126 dans le stock I et 7 cas sur 82 dans le stock II. La deuxième différence consiste en ce que le stock I ne présente aucun cas de soudure totale de la région lombo-sacrée, tandis que l'on en compte 7 sur 82 dans le stock II.

Certains défauts d'ossification (apparition de lacunes, transparence) s'observent à peu près dans les mêmes proportions pour les deux stocks; mais la non soudure des deux moitiés latérales des vertèbres (fentes médianes) est beaucoup plus fréquente dans le stock II : 11 cas sur 82, contre 5 cas sur 126 dans le stock I. Dans le stock II les fentes se rencontrent surtout dans la branche I de la lignée XXIX.

*Traumatismes et coudures.* — Les traumatismes (tels que la section du rachis au niveau du corps d'une vertèbre, la luxation, la

fracture, la compression des vertèbres, etc.) sont aussi nombreux dans le stock I que dans le stock II, mais avec cette seule différence que la localisation des traumatismes graves est plus souvent lombaire dans le stock II et sacro-caudale dans le stock I. Ainsi, on trouve dans le stock I : 3 cas [27 (fig. 67), 63 (fig. 74), 104 (fig. 94)] de traumatisme à siège lombaire et 24 cas [10 (fig. 16), 16 (fig. 7), 22 (fig. 62), 28 (fig. 64), 31 (fig. 65), 34 (fig. 22), 40 (fig. 24), 51 (fig. 26), 58 (fig. 30), 62 (fig. 53), 60 (fig. 72), 63 (fig. 74), 102 (fig. 48), 106 (fig. 96), 109 (fig. 98), 111 (fig. 99), 116 (fig. 105), 119 (fig. 107), 120 (fig. 108), 121 (fig. 111), 122 (fig. 109), 125 (fig. 52)] à siège sacro-caudal. Par contre dans le stock II, ces traumatismes se rencontrent 14 fois dans la région lombo-sacrée [cas 127 (fig. 169), 128 (fig. 170), 129 (fig. 171), 130 (fig. 115), 133 (fig. 118), 143 (fig. 175), 148 (fig. 129), 152 (fig. 176), 157 (fig. 139), 169 (fig. 149), 192 (fig. 187), 194 (fig. 188)] et trois fois dans la région caudale [cas 190 (fig. 161), 199 (fig. 190), 201 (fig. 196)].

Les *coudures* du rachis résultent le plus souvent de traumatismes. Elles se rencontrent plus fréquemment dans le stock I (23 cas sur 126) que dans le stock II (3 cas sur 82). Conformément à la concentration des traumatismes dans les deux stocks, les coudures siègent pour le stock I : deux fois dans la région lombaire, 4 fois dans la région sacrée et 17 fois dans la région caudale, tandis que dans le stock II, elles affectent surtout la région lombo-sacrée (2 cas) et l'un de ces cas reproduit assez bien l'aspect du promontoire chez l'homme (cas 194, fig. 185).

*Niveau de la terminaison du rachis.* — Pour faciliter la comparaison des données concernant le degré de raccourcissement du rachis dans les deux stocks, nous rappelons que 7 groupes ont été établis suivant le niveau où s'arrête la colonne vertébrale : groupes I à V de la 1<sup>re</sup> sacrée à la 1<sup>re</sup> caudale, groupe VI 2<sup>e</sup> à 4<sup>e</sup> caudales et groupe VII vertèbres caudales 5 à 7. C'est donc sur une étendue de 11 vertèbres (4 sacrées et 7 caudales) que la terminaison du rachis a été observée chez les Souris d'aspect anoure ou subanoure. Les formes subanoures (*Arp*, *Ard*, *Arc*) font complètement défaut dans le stock II, ce qui le rend plus homogène que le stock I.

Chez aucun des 12 subanoures à rudiment osseux (*Ard* et *Arc*), le rachis ne se termine au niveau du sacrum ; parmi les subanoures à pendeloque (*Arp*), dans trois cas sur 14, la terminai-

son est sacrée. Les subanoures à pendeloque sont ainsi plus voisins des anoures absolus et en effet, une fois la pendeloque tombée, ils deviennent complètement anoures. En comparant les anoures à pendeloque (*Arp*) avec les anoures absolus (*A* et *Au*), on voit que la réduction du rachis est en général moins prononcée chez les subanoures à pendeloque (*Arp*). Extérieurement, les anoures absolus (*A* et *Au*) des deux stocks sont semblables. Mais si on les répartit dans les groupes définis plus haut, on trouve qu'ils diffèrent les uns des autres par deux faits : 1° Aucun cas de terminaison au niveau de la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée dans le stock I, tandis que dans le stock II, il y en a 14 sur 82 ; 2° par contre, le VII<sup>e</sup> groupe d'anoures (vertèbres caudales 5 à 7) fait défaut dans le stock II. La terminaison du rachis se produit ainsi dans le stock I sur l'étendue de 10 vertèbres, et dans le stock II de 8 vertèbres, par conséquent la variation est moindre dans le dernier stock.

L'examen radiographique de Souris à queue longue montre que la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale est entièrement logée à l'intérieur du bassin, tandis que la 2<sup>e</sup> caudale ne l'est qu'en partie (fig. VI et 1). Ce fait nous conduit à distinguer parmi les anoures, établis morphologiquement, des *anoures vrais* possédant, au maximum, une vertèbre caudale et des *pseudo-anoures* ayant un plus grand nombre de vertèbres caudales.

La proportion de vrais anoures dans le stock I est sensiblement plus petite que dans le stock II. Ainsi, sur 100 individus anoures (*A*) du stock I, on en trouve 56 (56 o/o), chez lesquels le rachis s'arrête au niveau du sacrum et de la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale, tandis que l'on en observe 74 sur 82 (91,1 o/o) individus anoures vrais (*Au*) dans le stock II. Etant donné que le stock II comprend trois lignées différentes (XXIX avec ses 5 branches, Agouti et XIX), nous avons étudié la répartition en vrais anoures et en pseudo-anoures à l'intérieur de chaque lignée. Nous avons trouvé que la lignée XXIX comprend 44 vrais anoures sur un total de 46 individus (95,7 o/o) ; la lignée Agouti, 9 anoures vrais sur un total de 11 individus (78,9 o/o) ; la lignée XIX n'a que 6 vrais anoures (100 o/o). Par conséquent, la proportion dans chaque lignée est différente, mais la prédominance d'anoures vrais existe toujours, ce qui démontre encore une fois l'homogénéité plus marquée du stock II.

En comparant les variations numériques des vertèbres lombaires et sacrées dans les deux stocks, on trouve les chiffres suivants :

1° *En présence de vertèbres caudales* :

|                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| diminution des vertèbres lombaires . | 2 cas (stock I) et 0 (stock II)  |
| augmentation des vertèbres lom-      |                                  |
| baire . . . . .                      | 22 cas (stock I) et 3 (stock II) |
| diminution des vertèbres sacrées .   | 12 cas (stock I) et 4 (stock II) |
| augmentation des vertèbres sacrées . | 2 cas (stock I) et 0 (stock II)  |

Il ressort de cette comparaison que : 1° la diminution du nombre des vertèbres lombaires et l'augmentation du nombre des vertèbres sacrées ne se rencontrent que dans le stock I ; 2° l'augmentation du nombre des vertèbres lombaires et la diminution du nombre des vertèbres sacrées sont sensiblement plus fréquentes dans le stock I que dans le stock II. La compensation entre les deux régimes est possible dans les deux stocks.

2° *En l'absence de vertèbres caudales* : la réduction du nombre des vertèbres lombaires se voit plus souvent dans le stock II (5 cas) que dans le stock I (1 cas), ce qui va de pair avec la localisation plus fréquente de traumatismes graves de la région lombaire dans le stock II ; l'augmentation du nombre des vertèbres lombaires se présente dans les deux stocks (7 cas sur 126 et 7 cas sur 82 respectivement).

Par conséquent, la variation numérique dans la région lombosacrée est moindre dans le stock II en présence des vertèbres caudales, et un peu plus prononcée en leur absence. La sacralisation de la dernière vertèbre lombaire se rencontre dans les deux stocks.

En comparant l'aspect de la terminaison du rachis dans les deux stocks, on constate que l'extrémité distale est presque toujours mutilée (disparition d'une partie de la vertèbre terminale, fracture de cette dernière, sa difformité, présence d'éclats osseux à l'extrémité du rachis, etc...) ; néanmoins, la terminaison nette, au niveau d'un espace intervertébral, est un peu plus fréquente dans le stock II (5 cas) que dans le stock I (1 cas).

Bien qu'il existe dans le stock I quelques cas, où le rachis semble diminuer progressivement (augmentation de la transparence) vers l'extrémité (cas 29, fig. 12 ; 49, fig. 66, etc.), les terminaisons rappelant celles des espèces anoures (le coccyx de l'Homme ou le pygostyle des Oiseaux, ou des Batraciens anoures) se rencon-

trent plutôt dans le stock II : cas 167 (fig. 148), 194 (fig. 188), 168 (fig. 152), 182 (fig. 180), 192 (fig. 187), etc...

En définitive, la conclusion principale qui se dégage du rapprochement des résultats de l'étude radiographique des deux stocks, est que le stock II est, à divers points de vue, sensiblement plus homogène que le stock I. Cette homogénéité peut être considérée comme un résultat de sélection et d'isolement génétique (*inbreeding*), nous y reviendrons plus tard. Si l'on jette maintenant un coup d'œil d'ensemble sur les planches des deux stocks, on remarquera que, malgré les altérations nombreuses qui ont été notées dans la liste, il y a, dans le stock II, une tendance à la rectitude, à la régularité dans la structure du rachis, ce qui manque dans le stock I.

---

## CHAPITRE IX

### ÉTUDE GÉNÉTIQUE DE L'ANOURIE (STOCK I)

*Remarques préliminaires.* — Nous nous sommes servis, pour l'étude génétique aussi bien que pour l'étude morphologique, du matériel puisé dans les deux stocks, qui ont été décrits plus haut.

Cette partie de nos recherches comporte, tout d'abord, une étude génétique générale, d'après les proportions de ségrégation à la naissance. Cette étude est combinée avec des investigations sur les modifications de ces proportions dues à la mortalité précoce des petits.

Nous nous sommes demandé, d'une part, si les proportions de ségrégation des descendants anormaux et normaux sont constantes dans tous les types de croisements qui ne diffèrent que par le degré de raccourcissement chez les progéniteurs à queue mutée, et d'autre part, si l'action délétère du gène létal continue après la naissance. Le deuxième recensement a été fixé au 9<sup>e</sup> ou au 10<sup>e</sup> jour, après la naissance, parce que, pendant cette première période de la vie, la mortalité est généralement la plus élevée ; en outre, c'est le moment le plus propice à la reconnaissance du sexe : la distinction des mâles et des femelles est facile, grâce à l'apparition nette des mamelons chez ces dernières. Cette étude a été complétée par des recherches anatomiques sur la répartition des descendants dans les utérus des femelles pleines. Ces recherches ont été entreprises afin d'établir le mode de ségrégation des descendants pendant la vie embryonnaire et de vérifier ainsi, encore une fois, l'effet du facteur létal avant la naissance.

En vue d'élucider la question de savoir à quel point le degré de raccourcissement du rachis est transmissible par hérédité, nous avons tenté, dans la mesure des possibilités offertes par notre matériel, une étude plus détaillée du comportement génétique des anoures. Dans ce but, nous analysons la fréquence de réapparition des anoures après les croisements entre les progéniteurs anoures

*inter se*, et avec les brachyours de divers degrés. Afin d'établir dans quelle mesure les particularités morphologiques des divers types d'anourie sont héréditaires, nous analysons le comportement génétique des subanours, en tenant compte de la fréquence de réapparition, dans leur descendance, des formes spéciales observées chez les parents. Enfin, il a été remarqué (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF, 1932 et KOBOZIEFF, 1933 et 1934) que le croisement des anoures avec des Souris à queue longue de provenance différente donnait des résultats hétérogènes. Or, nous avons cherché à préciser dans quelle mesure les Souris à queue longue peuvent, après leur croisement avec des anoures, influencer sur la descendance. Pour conclure, nous rapportons les données concernant la distribution des sexes. Nous avons procédé à cette étude en vue de savoir si l'anomalie caudale était liée au sexe.

**STOCK I, DANS LEQUEL LA SÉGRÉGATION EXISTE,  
MÊME PARMI LES DESCENDANTS ISSUS DE PARENTS ANOURES**

L'étude génétique du stock I comprend 3 séries de croisements :

- a) Souris à queue mutée, croisées entre elles, l'un des progéniteurs étant toujours anoure absolu ( $A$ ) ou subanoure ( $Ar$ );
- b) Souris à queue mutée avec Souris à queue normale, le progéniteur anormal étant toujours anoure absolu ou subanoure, et le progéniteur normal provenant de parents à queue mutée ( $Nm$ ), ou bien de parents complètement étrangers à la souche mutante ( $N$ );
- c) Souris normales appartenant à des lignées différentes, croisées entre elles (à titre de témoins).

Chacune de ces séries a été formée de divers types de croisements, suivant la caractéristique phénotypique du progéniteur à queue mutée.

*Etude génétique générale des anoures et changements produits  
dans les proportions de ségrégation des descendants  
par l'action post-natale du gène létal.*

a) *Croisements entre deux progéniteurs à queue mutée.*

Etant donné que les progéniteurs à queue mutée offrent divers



Fig. VIII. — Famille d'anoures à ségrégation (*stock I*), 9 petits :  
6 anormaux et 3 normaux (2 : 1).

TABLE

*Proportions des descendants à queue mutée et à queue longue*  
 $(A \times A; A \times Ar; Ar \times A)$

Prévision : 2 anormaux

| Type de croisement . .                                              | Proportion        |         |           |                     |         |           |                       |         |           |                     |         |           |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|-----------|---------------------|---------|-----------|-----------------------|---------|-----------|---------------------|---------|-----------|
|                                                                     | à la naissance    |         |           |                     |         |           |                       |         |           |                     |         |           |
|                                                                     | I<br>$A \times A$ |         |           | II<br>$A \times Ar$ |         |           | III<br>$Ar \times Ar$ |         |           | IV<br>$A \times Br$ |         |           |
| Répartition des descendants . . . . .                               | anormaux          | normaux | Total (N) | anormaux            | normaux | Total (N) | anormaux              | normaux | Total (N) | anormaux            | normaux | Total (N) |
| Nombres observés . .                                                | 260               | 151     | 411       | 204                 | 118     | 322       | 201                   | 91      | 292       | 278                 | 135     | 413       |
| Nombres calculés (Q) . .                                            | 274               | 137     |           | 214,7               | 107,3   |           | 194,7                 | 97,3    |           | 275,3               | 137,7   |           |
| Ecart observé (d) . .                                               | -14               | +14     |           | -10,7               | +10,7   |           | +6,3                  | -6,3    |           | +2,7                | -2,7    |           |
| Ecart type $m = \pm \sqrt{Npq}$ .                                   | $\pm 9,56$        |         |           | $\pm 8,46$          |         |           | $\pm 8,06$            |         |           | $\pm 9,58$          |         |           |
| Rapport des deux écarts<br>$\left(\frac{d}{m}\right)$ . . . . .     | 1,46              |         |           | 1,26                |         |           | 0,78                  |         |           | 0,28                |         |           |
| Probabilité de rencontre<br>des résultats observés<br>(P) . . . . . | 14 0/0            |         |           | 21 0/0              |         |           | 43 0/0                |         |           | 78 0/0              |         |           |
| Nombres de portées . .                                              | 109               |         |           | 75                  |         |           | 65                    |         |           | 100                 |         |           |
| Nombre moyen de petits<br>par portée . . . . .                      | 3,8               |         |           | 4,3                 |         |           | 4,5                   |         |           | 4,1                 |         |           |

... le croisement de deux Souris à queue mutée  
( $Ar \times Br$ ;  $Ar \times Br$ ).

normal.

| descendants                                       |           |            |         |           |              |         |           |                |         |           |              |         |           |              |         |           |
|---------------------------------------------------|-----------|------------|---------|-----------|--------------|---------|-----------|----------------|---------|-----------|--------------|---------|-----------|--------------|---------|-----------|
| vers le 9-10 <sup>e</sup> jour après la naissance |           |            |         |           |              |         |           |                |         |           |              |         |           |              |         |           |
| V<br>× Br                                         |           | I<br>A × A |         |           | II<br>A × Ar |         |           | III<br>Ar × Ar |         |           | IV<br>A × Br |         |           | V<br>Ar × Br |         |           |
| normaux                                           | Total (N) | anormaux   | normaux | Total (N) | anormaux     | normaux | Total (N) | anormaux       | normaux | Total (N) | anormaux     | normaux | Total (N) | anormaux     | normaux | Total (N) |
| 117                                               | 325       | 141        | 96      | 237       | 134          | 76      | 210       | 139            | 66      | 205       | 165          | 99      | 264       | 142          | 78      | 220       |
| 108,3                                             |           | 158        | 79      |           | 140          | 70      |           | 136,7          | 68,3    |           | 176          | 88      |           | 146,7        | 73,3    |           |
| +8,7                                              |           | -17        | +17     |           | -6           | +6      |           | +2,3           | -2,3    |           | -11          | +11     |           | -4,7         | +4,7    |           |
| ± 8,50                                            |           | ± 7,25     |         |           | ± 6,83       |         |           | ± 6,77         |         |           | ± 7,73       |         |           | ± 6,99       |         |           |
| 1,02                                              |           | 2,34       |         |           | 0,88         |         |           | 0,34           |         |           | 1,42         |         |           | 0,67         |         |           |
| 31 0/0                                            |           | 2 0/0      |         |           | 38 0/0       |         |           | 73 0/0         |         |           | 15 0/0       |         |           | 50 0,0       |         |           |
| 77                                                |           | 109        |         |           | 75           |         |           | 65             |         |           | 100          |         |           | 77           |         |           |
| 4,2                                               |           | 2,2        |         |           | 2,8          |         |           | 3,2            |         |           | 2,6          |         |           | 2,9          |         |           |

degrés de raccourcissement de la queue, allant de 0 à 70 millimètres, nous avons réuni, dans le tableau I, les résultats de croisements classés en 5 types, suivant la longueur du rachis chez les progéniteurs :

1°  $A \times A$  (anoure complet  $\times$  anoure complet).

2°  $A \times Ar$  (anoure complet  $\times$  subanoure).

3°  $Ar \times Ar$  (subanoure  $\times$  subanoure).

4°  $A \times Br$  (anoure complet  $\times$  brachyoure).

5°  $Ar \times Br$  (subanoure  $\times$  brachyoure).

Dans chaque type de croisement, la descendance a été répartie en deux groupes : *a*) descendants à queue mutée ( $A$ ,  $Ar$ ,  $Br$ ) et *b*) descendants à queue longue ( $Nm$ ) (fig. VIII).

Pour se rendre compte si les nombres observés des descendants des deux groupes cadraient bien avec les formules prévues de ségrégation (1° 2 anormaux pour 1 normal après les croisements de deux Souris à queue mutée et 2° 1 anormal pour 1 normal dans les croisements anormal  $\times$  normal), nous avons dû recourir au calcul des probabilités permettant un critérium déterminé (dans notre cas  $P$  = probabilité de rencontre des résultats observés), facilitant un rapprochement plus judicieux des données obtenues. A cet effet, on procède aux calculs suivants : 1° proportions prévues ( $Q$ ) d'après le nombre total des descendants observés ; 2° écart observé ( $d$ ) ; 3° écart type (*standard-déviation*) ( $m$ ) ; 4° rapport de l'écart observé à l'écart type ( $\frac{d}{m}$ ) et 5° probabilité de rencontre des résultats observés ( $P$ ). Voici un exemple (sur le croisement  $A \times A$ ) des 5 opérations statistiques dont nous nous sommes servis (tableau I).

1<sup>re</sup> opération. — Les proportions théoriques ont été dénombrées dans la descendance totale de 411 individus, à l'aide de la formule  $Q = J \cdot \frac{N}{K}$ , où  $Q$  représente le nombre calculé des descendants dans chaque classe. —  $J' - J''$ ... les proportions prévues des deux classes de descendants,  $N$  — le nombre total des descendants observés,  $K$  — la somme des proportions prévues pour les diverses classes. Ainsi, dans notre exemple,  $N = 411$ ,  $K = 3$ ,  $J' = 1$ ,  $J'' = 2$  ; par conséquent,  $Q' = J' \frac{N}{K} = 1 \cdot \frac{411}{3} = 137$

et  $Q'' = J'' \frac{N}{K} = 2 \cdot \frac{411}{3} = 274$ .

2<sup>e</sup> opération. — L'écart observé ( $d$ ) est la différence entre le nombre observé et le nombre calculé; dans notre exemple : 260 ( $A + Ar + Br$ ) (nombre observé) et 274 ( $A + Ar + Br$ ) (nombre calculé), soit un écart  $d = -14$ .

3<sup>e</sup> opération. — L'écart type ( $m$ ) a été calculé d'après la formule  $m = \sqrt{Npq}$  où  $N$  représente le nombre total des descendants,  $p$  et  $q$  les proportions théoriques des deux classes. Ainsi, dans notre exemple  $N = 411$ ,  $p = \frac{1}{3}$ ,  $q = \frac{2}{3}$ , par conséquent,

$$m = \sqrt{Npq} = \sqrt{411 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{3}} = \pm 9,56.$$

4<sup>e</sup> opération. — Le rapport des deux écarts ( $\frac{d}{m}$ ) est obtenu par division, soit, dans le même exemple :  $\frac{d}{m} = \frac{14}{9,56} = 1,46$ .

5<sup>e</sup> opération. — La probabilité de rencontre des résultats observés ( $P$ ), telle qu'elle ressort du tableau I de FISHER (*table of x*) pour la valeur  $\frac{d}{m} = 1,46$  est approximativement  $P = 0,14$  ou 14 0/0.

Les généticiens admettent que les résultats observés cadrent encore avec les hypothèses émises, si la probabilité de rencontre de ces résultats, calculée d'après le tableau de FISHER, est supérieure à 5 0/0, ce qui donne comme limite supérieure du  $\frac{d}{m}$ , la valeur de 2.

En examinant la répartition (tableau I) des descendants anormaux et normaux dénombrés à la naissance, dans les cinq types de croisements, on trouve les proportions suivantes :

|                          |                         |              |                                       |
|--------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------------------|
| $A \times A.$            | — 260 ( $A + Ar + Br$ ) | : 151 $Nm$ , | $\frac{d}{m} = 1,46$ , $P = 14$ 0/0   |
| $A \times Ar.$           | — 204                   | » : 118      | » $\frac{d}{m} = 1,26$ , $P = 21$ 0/0 |
| $Ar. \times Ar.$         | — 201                   | » : 91       | » $\frac{d}{m} = 0,78$ , $P = 43$ 0/0 |
| $A \times Br.$           | — 278                   | » : 135      | » $\frac{d}{m} = 0,28$ , $P = 78$ 0/0 |
| $Ar. \times Br.$         | — 208                   | » : 117      | » $\frac{d}{m} = 1,02$ , $P = 31$ 0/0 |
| <hr/>                    |                         |              |                                       |
| $Anormal \times Anormal$ | — 1.151                 | » : 612      | » $\frac{d}{m} = 1,23$ , $P = 22$ 0/0 |

Ainsi, on voit que les nombres observés des descendants cadrent bien avec la formule prévue de ségrégation 2 : 1, car  $\frac{d}{m}$  varie entre 0,28 et 1,46 et  $P$  entre 78 0/0 et 14 0/0.

Par conséquent, *le degré de raccourcissement du rachis chez les progéniteurs ne modifie pas les proportions de ségrégation dans la descendance.*

La fécondité des mutants croisés entre eux se trouve abaissée dans tous les types de croisements : le nombre moyen de petits, par portée, varie dans cette série d'expériences entre 3,8 et 4,5 ; le nombre le plus petit 3,8 correspondant au croisement des anoures absolus ( $A \times A$ ), c'est-à-dire généralement au rachis le plus court.

Pour faciliter le rapprochement des résultats permettant d'émettre un jugement sur le rôle post-natal du facteur létal, nous avons porté sur le même tableau I les données fournies par le recensement des petits, 9-10 jours après la naissance. La répartition des descendants pour les mêmes 5 types de croisements se présente alors ainsi :

$$A \times A. - 141 (A + Ar + Br) : 96 Nm, \frac{d}{m} = 2,34, P = 20\%$$

$$A \times Ar. - 134 \quad \quad \quad \gg \quad \quad \quad : 76 \quad \gg \quad \frac{d}{m} = 0,88, P = 38\%$$

$$Ar. \times Ar. - 139 \quad \quad \quad \gg \quad \quad \quad : 66 \quad \gg \quad \frac{d}{m} = 0,34, P = 73\%$$

$$A \times Br. - 165 \quad \quad \quad \gg \quad \quad \quad : 99 \quad \gg \quad \frac{d}{m} = 1,42, P = 15\%$$

$$Ar. \times Br. - 142 \quad \quad \quad \gg \quad \quad \quad : 78 \quad \gg \quad \frac{d}{m} = 0,67, P = 50\%$$

Il découle des résultats récapitulés ci-dessus, que la mortalité, pendant la 1<sup>re</sup> période de 9-10 jours de vie, était considérable, aussi bien parmi les anormaux que les normaux, mais, malgré cela, la répartition des descendants est restée dans les limites des prévisions, sauf pour un seul type de croisement,  $A \times A$  qui a donné des résultats non conformes aux prévisions :  $\frac{d}{m}$ , dans ce cas, est égal à 2,34 et  $P = 20\%$ . Cette déviation de la formule 2 : 1 est due à un déficit des descendants anormaux. Ce fait indique que dans ce cas ( $A \times A$ ), la capacité de survie des anormaux est très inférieure à celle des anormaux des autres types de croisement de cette série.

Notre analyse serait pourtant incomplète si nous ne tenions pas

compte du changement de l'écart observé ( $d$ ) et de  $P$ , constaté 9-10 jours après la naissance, dans les divers types de croisements. En effet, les descendants des croisements  $A \times A$ ,  $Ar \times Ar$  et  $A \times Br$  montrent une vitalité moindre des anormaux : la disproportion entre les anormaux et normaux est augmentée en faveur de ces derniers ( $d = + 17$  au lieu de  $+ 14$ ,  $- 2,3$  au lieu de  $- 6,3$  et  $+ 11$  au lieu de  $- 2,7$  respectivement). Les variations de  $P$  en correspondance avec  $d$  :  $P = 2$  0/0 au lieu de  $14$  0/0,  $73$  0/0 au lieu de  $43$  0/0 et  $15$  0/0 au lieu de  $78$  0/0 respectivement. Comme on le voit, la variation de  $P$  n'est pas parallèle à celle de  $d$ , parce que la réduction d'une classe peut parfois rendre les proportions plus conformes à la prévision, et contribuer ainsi à l'augmentation de  $P$ . Cela démontre qu'il peut y avoir une mortalité disproportionnellement élevée des anormaux dans certains cas, bien que les descendants se répartissent dans les limites de la prévision. D'autre part dans les croisements  $A \times Ar$  et  $Ar \times Br$ , l'écart  $d$  change légèrement en faveur des anormaux, sans que  $P$  cesse d'être conforme à la prévision. Une explication plausible de ce fait nous manque. Peut-être est-ce un simple effet du hasard ?

b) *Croisements de Souris à queue mutée avec celles à queue longue.*

Les données concernant cette série de croisements, sont représentées sur le tableau II. Les progéniteurs anormaux étaient des anoures absolus ( $A$ ) ou bien des subanoures ( $Ar$ ) ; les Souris à queue longue appartenaient tantôt au stock muté ( $Nm$ ), tantôt étaient complètement étrangères à ce stock ( $N$ ). Il y a quatre sortes de croisements : 1°  $A \times Nm$  ; 2°  $Ar \times Nm$  ; 3°  $A \times N$  ; 4°  $Ar \times N$  et pour chacun deux groupes d'individus : anormaux et normaux.

En résumant les résultats basés sur le recensement à la naissance, nous trouvons :

|                  |     |                     |       |        |                                       |
|------------------|-----|---------------------|-------|--------|---------------------------------------|
| $A \times Nm$ .  | 144 | ( $A + Ar + Br$ ) : | 142   | $Nm$ , | $\frac{d}{m} = 0,12$ , $P = 90$ 0/0   |
| $Ar \times Nm$ . | 98  | »                   | : 100 | »      | $\frac{d}{m} = 0,14$ , $P = 88,5$ 0/0 |
| Au total.        | 242 | »                   | : 242 | »      | $\frac{d}{m} = 0$ 0/0, $P = 100$ 0/0  |

*Répartition des descendants après le croisement de Souris*  
*(croisements :  $A \times Nm$  ;  $Ar \times Nm$ )*

Prévision : 1 anormal

| Type de croisement . . . . .                                  | à la naissance     |         |           |                      |         |           |                     |         |           |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|---------|-----------|----------------------|---------|-----------|---------------------|---------|-----------|
|                                                               | I<br>$A \times Nm$ |         |           | II<br>$Ar \times Nm$ |         |           | III<br>$A \times N$ |         |           |
|                                                               | anormaux           | normaux | Total (N) | anormaux             | normaux | Total (N) | anormaux            | normaux | Total (N) |
| Répartition des descendants . . . . .                         |                    |         |           |                      |         |           |                     |         |           |
| Nombres observés . . . . .                                    | 144                | 142     | 286       | 98                   | 100     | 198       | 78                  | 107     | 185       |
| Nombres calculés (Q) . . . . .                                | 143                | 143     |           | 99                   | 99      |           | 92,5                | 92,5    |           |
| Ecart observé (d) . . . . .                                   | + 1                | - 1     |           | - 1                  | + 1     |           | -14,5               | +14,5   |           |
| Ecart type $m = \pm \sqrt{Npq}$ . . . . .                     | $\pm 8,46$         |         |           | $\pm 7,04$           |         |           | $\pm 6,80$          |         |           |
| Rapport des deux écarts $\left(\frac{d}{m}\right)$ . . . . .  | 0,12               |         |           | 0,14                 |         |           | 2,13                |         |           |
| Probabilité de rencontre des résultats observés (P) . . . . . | 90 0/0             |         |           | 88,5 0/0             |         |           | 3,5 0/0             |         |           |
| Nombres de portées . . . . .                                  | 62                 |         |           | 37                   |         |           | 37                  |         |           |
| Nombre moyen d'individus par portée . . . . .                 | 4,6                |         |           | 5,4                  |         |           | 5                   |         |           |

que mutée (*A* ou *Ar*) avec Souris à queue longue (*Nm* ou *N*)  
 $\times N$ ;  $Ar \times N$ ).

normal.

Portions des descendants

|                                   |         |                    | vers le 9-10 <sup>e</sup> jour après la naissance |         |                    |                                    |         |                    |                                   |         |                    |                                   |         |                    |
|-----------------------------------|---------|--------------------|---------------------------------------------------|---------|--------------------|------------------------------------|---------|--------------------|-----------------------------------|---------|--------------------|-----------------------------------|---------|--------------------|
| IV<br><i>Ar</i> $\times$ <i>N</i> |         |                    | I<br><i>A</i> $\times$ <i>Nm</i>                  |         |                    | II<br><i>Ar</i> $\times$ <i>Nm</i> |         |                    | III<br><i>A</i> $\times$ <i>N</i> |         |                    | IV<br><i>Ar</i> $\times$ <i>N</i> |         |                    |
| anormaux                          | normaux | Total ( <i>N</i> ) | anormaux                                          | normaux | Total ( <i>N</i> ) | anormaux                           | normaux | Total ( <i>N</i> ) | anormaux                          | normaux | Total ( <i>N</i> ) | anormaux                          | normaux | Total ( <i>N</i> ) |
| 5                                 | 82      | 137                | 80                                                | 91      | 171                | 47                                 | 52      | 99                 | 38                                | 78      | 116                | 35                                | 44      | 79                 |
| 3,5                               | 68,5    |                    | 85,5                                              | 85,5    |                    | 49,5                               | 49,5    |                    | 58                                | 58      |                    | 39,5                              | 39,5    |                    |
| 3,5                               | +13,5   |                    | - 5,5                                             | +5,5    |                    | - 2,5                              | + 2,5   |                    | - 20                              | + 20    |                    | - 4,5                             | +4,5    |                    |
| $\pm 5,92$                        |         |                    | $\pm 6,54$                                        |         |                    | $\pm 4,98$                         |         |                    | $\pm 5,39$                        |         |                    | $\pm 4,45$                        |         |                    |
| 2,45                              |         |                    | 0,84                                              |         |                    | 0,50                               |         |                    | 3,71                              |         |                    | 1,01                              |         |                    |
| 1,5 0 0                           |         |                    | 40 0 0                                            |         |                    | 61 0 0                             |         |                    | 0,01 0/0                          |         |                    | 31 0 0                            |         |                    |
| 23                                |         |                    | 62                                                |         |                    | 37                                 |         |                    | 37                                |         |                    | 23                                |         |                    |
| 6                                 |         |                    | 2,8                                               |         |                    | 2,7                                |         |                    | 3,1                               |         |                    | 3,4                               |         |                    |

---

|                 |      |   |       |   |                                           |
|-----------------|------|---|-------|---|-------------------------------------------|
| $A \times N.$   | — 78 | » | : 107 | » | $\frac{d}{m} = 2,13, P = 3,5 \text{ o/o}$ |
| $Ar. \times N.$ | — 55 | » | : 82  | » | $\frac{d}{m} = 2,45, P = 1,5 \text{ o/o}$ |
| <hr/>           |      |   |       |   |                                           |
| Au total.       | 133  | » | : 189 | » | $\frac{d}{m} = 3,12, P = 0,4 \text{ o/o}$ |

---

On voit ainsi que les résultats des croisements des anoures avec les normaux provenant du même stock ( $A \times Nm$  et  $Ar \times Nm$ ), sont tout à fait conformes à la prévision (1 : 1),  $P$  étant égal à 90 o/o et 88,5 o/o respectivement et même à 100 o/o lorsqu'on totalise les résultats de ces deux types de croisements. Par contre, dans les croisements des anoures avec les normaux d'origine autre que le stock muté ( $A \times N$ ), et ( $Ar \times N$ ), on trouve  $P$  égal à 3,5 o/o et 1,5 o/o respectivement et 0,4 o/o seulement pour les résultats additionnés des deux groupes. La valeur de  $P$  inférieur à 5 o/o, dépend, dans ces deux types de croisements, d'un excédent notable des normaux et, par conséquent, la ségrégation n'est pas, dans ce cas, tout à fait conforme à la formule 1 : 1. Le déficit des individus mutés peut être l'expression d'une suppression plus considérable, au cours de la vie embryonnaire, des anormaux, ou bien celle de la prédominance d'embryons normaux.

Si nous abordons maintenant l'étude de la fécondité dans cette série de croisements, nous voyons qu'elle est plus élevée quand le progéniteur à queue longue n'est pas consanguin avec le stock muté, à savoir : 5 petits par portée contre 4,6 pour le croisement avec un anoure absolu, et 6 petits par portée contre 5,4 pour le croisement avec un subanoure. Cette constatation rend plus probable la deuxième alternative et son explication nécessite de nouvelles recherches.

La répartition des descendants 9-10 jours après la naissance, représentée sur le tableau II pour les mêmes 4 types de croisements, montre une vitalité moindre des anormaux dans les trois premiers groupes ( $A \times Nm$ ,  $Ar \times Nm$  et  $A \times N$ ); partout la disproportion entre les anormaux et les normaux est augmentée en faveur de ces derniers ( $d = + 5,5$  au lieu de  $- 1$ ;  $+ 2,5$  au lieu  $+ 1$  et  $+ 20$  au lieu  $+ 14,5$  pour les normaux des trois groupes respectifs). Conformément à l'augmentation de la disproportion entre les deux classes en cause, accompagnant ces changements de  $d$ , on observe une diminution de  $P$  : 40 o/o au lieu de 90 o/o,

61 o/o au lieu de 88,5 o/o et 0,01 o/o au lieu de 3,5 o/o respectivement. La mortalité relativement élevée des anormaux pourrait être expliquée par l'action continue du facteur létal, ce qui n'est pas conforme à la théorie, mais se trouve corroboré par les résultats de la dissection des utérus gravides qui vont être ci-dessous exposés.

Le 4<sup>e</sup> type de croisement ( $Ar \times N$ ) présente une mortalité plus élevée des petits normaux : les anormaux y restent toujours en déficit, mais ce déficit a diminué de — 13,5 à — 4,5 ( $d$ ) et en rapport avec cette variation de  $d$ , on observe l'augmentation de  $P$  de 1,5 o/o à 31 o/o. Le nombre moyen de petits survivants par portée est également moindre dans les  $A \times Nm$  et  $Ar \times Nm$  (2,8 et 2,7 respectivement) que dans les  $A \times N$  et  $Ar \times N$  (3,1 et 3,4 respectivement).

c) Croisements entre progéniteurs à queue longue.

Nous avons également analysé, à titre de témoins, les résultats de croisements de Souris d'origine différentes, mais toutes ayant la queue longue : 1<sup>o</sup> croisement de 2 Souris provenant de parents à queue mutée ( $Nm \times Nm$ ) ; 2<sup>o</sup> croisement de deux progéniteurs valseurs ( $Nv \times Nv$ ) ; 3<sup>o</sup> croisements de deux progéniteurs pris dans diverses lignées n'ayant présenté aucune mutation ( $N \times N$ ). Au total, nous avons obtenu, en 548 portées, 2.242 descendants, tous normaux. Puisque la mutation, *queue absente ou raccourcie* est dominante, toutes nos Souris à queue longue étaient évidemment homozygotes pour la queue normale.

Les différentes lignées normales accusent, au point de vue du degré de fécondité, une diversité nette : le nombre de petits varie entre 3,4 et 8 petits par portée en moyenne.

## CHAPITRE X

### RÉPARTITION DES FŒTUS DANS LES UTÉRUS GRAVIDES

Comme nous l'avons déjà dit, la dissection des utérus gravides était effectuée le plus souvent le 16<sup>e</sup> jour de la gestation. A cette époque, les embryons abortifs se reconnaissent par les placentas non résorbés, et les embryons viables sont déjà suffisamment différenciés pour permettre leur classification.

Dans le tableau III, nous avons réuni les résultats de l'étude des fœtus issus des croisements : 1° de deux progéniteurs à queue mutée; 2° d'un progéniteur à queue mutée, l'autre étant normal; 3° de deux progéniteurs normaux; on n'a pas tenu compte du degré de raccourcissement de la queue des progéniteurs à queue mutée, ni de la provenance des progéniteurs normaux.

La descendance des deux premières séries de croisements a été répartie en trois catégories : a) embryons *abortifs*, b) fœtus viables *anoures* et *brachyoures* (anormaux) et c) fœtus viables normaux. La descendance issue de deux progéniteurs normaux s'est montrée composée exclusivement de fœtus viables à queue longue. Etant donné que, dans les croisements *Anormal*  $\times$  *Anormal*, les fœtus se répartissent en 3 classes, il n'est pas possible de les traiter statistiquement par la méthode du calcul de l'écart type, comme nous l'avons fait dans les cas précédents. Pour se rendre compte de la valeur des résultats observés, on cherche la probabilité de rencontre par le calcul  $\chi^2 = S \left( \frac{d^2}{Q} \right)$  où  $\chi^2$  est égal à la somme des rapports des carrés des écarts observés, divisés par les nombres calculés. Ainsi dans notre exemple

$$\chi^2 = \frac{(4,5)^2}{46,5} + \frac{(2)^2}{93} + \frac{(6,5)^2}{46,5} = 1,39.$$

En se reportant au tableau III (table of  $\chi^2$ ) de FISHER (p. 97), pour  $\chi^2 = 1,39$ ,  $P = 50$  o/o.

A) **Croisement de deux Souris anormales.** — On a obtenu :

42 fœtus abortifs : 91 fœtus anormaux : 53 fœtus normaux avec  $P = 50$  o/o. Les nombres observés cadrent bien avec la prévision : 1 fœtus abortif : 2 anormaux : 1 normal.

Les progéniteurs sont donc toujours hétérozygotes ; un quart des descendants (homozygotes dominants) périt à l'état de zygote, par suite de l'effet létal du gène muté.

TABLEAU III

Répartition des fœtus dans les utérus gravidés.

| Catégories différentes de fœtus pour les trois séries de croisements | A<br>Anormal $\times$ anormal<br>Formule de prévision<br>1 : 2 : 1 |          |         |         | B<br>Anormal $\times$ normal<br>Formule de prévision<br>1 : 1 |          |         |         | C<br>Normal $\times$ normal<br>pas de ségrégation |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|---------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|---------------------------------------------------|
|                                                                      | Embryons abortifs                                                  | Anormaux | Normaux | Total   | Embryons abortifs                                             | Anormaux | Normaux | Total   | Normaux                                           |
| Nombres observés .                                                   | 42                                                                 | 91       | 53      | $N=186$ | 7                                                             | 73       | 71      | $N=151$ | 147                                               |
| Nombres calculés (Q)                                                 | 46,5                                                               | 93       | 46,5    | $N=186$ |                                                               |          |         |         |                                                   |
| Ecart observé (d) .                                                  | - 4,5                                                              | - 2      | + 6,5   | -       |                                                               |          |         |         |                                                   |
| Calcul du $\chi^2 = S \left( \frac{d^2}{Q} \right)$                  | 1,39                                                               |          |         |         |                                                               |          |         |         |                                                   |
| Probabilité de rencontre des résultats observés (P) . . .            | 50 o/o                                                             |          |         |         |                                                               |          |         |         |                                                   |
| Nombres de portées .                                                 | 27                                                                 |          |         |         | 25                                                            |          |         |         | 23                                                |
| Nombre moyen d'embryons par portée .                                 | 6,9                                                                |          |         |         | 6,1                                                           |          |         |         | 6,4                                               |
| Nombre moyen d'individus viables, par portée. . . . .                | 5,3                                                                |          |         |         | 5,8                                                           |          |         |         | 6,4                                               |

B) *Croisements Anormal  $\times$  normal.* — On a obtenu 7 fœtus abortifs, 73 fœtus anormaux, 71 fœtus normaux. L'effet létal du gène muté aurait dû être complètement enrayé par l'action antagoniste de l'allélomorphe normal, et l'apparition de fœtus abortifs est contraire à la prévision.

C) *Croisements de deux progéniteurs normaux.* — Tous les fœtus sont normaux. On n'observe ni anomalie de la queue, ni embryons abortifs.



Fig. IX. — Utérus gravide, contenant un fœtus abortif (*El*) et 9 fœtus viables, presque à terme (*En*) dans les 2 cornes (*Ud* et *Ug*).

Il est probable que les fœtus abortifs du groupe B sont dus, non à l'effet d'un autre gène létal, mais à un déséquilibre entre les deux allélomorphes, rendant l'effet de l'allélomorphe normal insuffisant pour neutraliser l'action délétère du gène létal, comme cela a été déjà suggéré dans une publication précédente (DOBROVLSKAÏA-ZAVADSKAÏA et KOBOZIEFF, 1930).

Quant à la fécondité réelle, établie sur les utérus de 27 femelles anoures ou brachyoures, fécondées par des mâles à queue mutée, le nombre de fœtus variait de 3 à 11 par portée (groupe A) (2 fois 3 embryons ; 2 fois 5 ; 8 fois 6 ; 8 fois 7 ; 3 fois 8 ; 1 fois 9 ; 1 fois 10 et 2 fois 11 embryons).

TABLEAU IV

*Croisements de deux souris anormales.*

Distribution des fœtus (1 : 2 : 1) dans les utérus des femelles prolifiques et peu prolifiques.

| Degré de fécondité des progéniteurs. . . . .                     | I <sup>er</sup> lot<br>Femelles peu prolifiques |          |         |              | II <sup>e</sup> lot<br>Femelles prolifiques |          |         |              |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|---------|--------------|---------------------------------------------|----------|---------|--------------|
| Catégories différentes de fœtus . . . . .                        | Embryons<br>abortifs                            | Anormaux | Normaux | Total<br>(N) | Embryons<br>abortifs                        | Anormaux | Normaux | Total<br>(N) |
| Nombres observés . . .                                           | 14                                              | 30       | 20      | 64           | 28                                          | 61       | 33      | 122          |
| Nombres calculés (Q) .                                           | 16                                              | 32       | 16      | 64           | 30,5                                        | 61       | 30,5    | 122          |
| Ecart observés (d) . .                                           | - 2,0                                           | - 2      | + 4     |              | - 2,5                                       | 0        | + 2,5   |              |
| Calcul du $\chi^2 = S \left( \frac{d^2}{Q} \right)$              | 1,37                                            |          |         |              | 0,11                                        |          |         |              |
| Probabilité de rencontre des résultats observés (P) . . . . .    | 50 0/0                                          |          |         |              | 90 0/0                                      |          |         |              |
| Nombre de portées . . .                                          | 12                                              |          |         |              | 15                                          |          |         |              |
| Nombre moyen d'individus viables et non viables, par portée. . . | 5,3                                             |          |         |              | 8,1                                         |          |         |              |
| Nombre moyen d'individus viables par portée.                     | 4,2                                             |          |         |              | 6,3                                         |          |         |              |

Nous nous sommes demandé, si la variation de la fécondité n'entraîne pas une certaine variation dans les proportions des catégories de descendants. Nous avons divisé notre matériel en deux lots (tableau IV) : d'une part, les portées de 3 à 6 embryons, d'autre part, celles de 7 à 11 embryons. Dans le 1<sup>er</sup> lot, le maximum d'embryons abortifs est de 3, dans le 2<sup>e</sup> lot, il est de 6. Des embryons abortifs se trouvaient dans tous les utérus, même ceux ne renfermant que 3 embryons (minimum), sur lesquels un était abortif. D'autre part, la variation de la proportion des embryons abortifs était assez considérable; ainsi, dans le 2<sup>e</sup> lot, les deux femelles qui ont donné 11 embryons, fournirent l'une six embryons abortifs et l'autre un (fig. IX).

Le tableau IV montre que la répartition des fœtus dans les 2 lots est conforme à la formule mendélienne complète ( $1 : 2 : 1$ ) et que la surcharge des utérus par les fœtus n'entraîne pas la prédominance des embryons abortifs.

Dans les croisements du groupe B ( $\text{♀ normale} \times \text{♂ anormal}$ ) la fécondité varie entre 3 et 9 embryons par portée, dont parfois un seul abortif, quelle que soit la fécondité.

La provenance des Souris normales ne semble jouer, dans notre élevage, aucun rôle : les femelles de la souche mutante ( $Nm$ ), ainsi que les femelles étrangères à ce stock ( $N$ ), donnent des embryons abortifs après croisement avec des mâles mutés. L'absence d'embryons abortifs était constante dans les croisements de nos Souris normales ( $Nm \times Nm$  et  $N \times N$ ).

## CHAPITRE XI

### ÉTUDE DÉTAILLÉE DU COMPORTEMENT GÉNÉTIQUE DES ANOURES

Dans ce chapitre, nous allons étudier la fréquence de l'apparition des anoures absolus dans les divers croisements du type *Anormal*  $\times$  *Anormal*, de même que la transmission héréditaire des particularités morphologiques des subanoures. Cette étude sera complétée par des investigations sur le comportement génétique des anoures dans les croisements avec des normaux.

#### a) COMPORTEMENT GÉNÉTIQUE DU CARACTÈRE « QUEUE ABSENTE » ET SON RAPPORT AVEC LE CARACTÈRE « QUEUE RACCOURCIE »

La possibilité de la transmission héréditaire du degré de raccourcissement de la queue (nombre des vertèbres) a été déjà étudiée pour les Souris brachyoures (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, KOBOZIEFF et VÉRÉTENNIKOFF, 1934). Cette transmission ne se produit qu'avec de certaines variations dont l'amplitude porte le plus souvent sur un groupe de trois vertèbres en plus ou en moins; nous avons fait la même étude pour les descendants des progéniteurs anoures. A cet effet, nous avons distingué 5 catégories de progéniteurs, suivant le degré de raccourcissement du rachis : 1° les *anoures* proprement dits à queue nulle (0 mm.); 2° les formes *subanoures* (*Ar*), dont le rudiment osseux ne dépassait pas 3 millimètres; 3° les *brachyoures* (*Br I*), à queue variant de 5 à 20 millimètres (moyenne 13 mm. et 12 mm. 9 pour les deux séries de croisements); 4° les *brachyoures* (*Br II*) à queue variant de 21 millimètres à 40 millimètres (moyenne = 30 mm. 6 et 30 mm. 9) et 5° les *brachyoures* (*Br III*) à queue de 41 millimètres à 60 milli-

mètres (moyenne = 48 mm. 8 et 49 mm. 3). La longueur moyenne de la queue est calculée en additionnant toutes les longueurs de queue exprimées en millimètres, et en les divisant par le nombre des progéniteurs figurant dans chaque groupe.

Deux séries de croisements ont été réalisées avec ces 5 catégories de progéniteurs à queue mutée. La première série comprend 5 types de croisements, dans lesquels l'un des progéniteurs est toujours anoure absolu (*A*), tandis que l'autre appartient à l'un des groupes sus-indiqués, soit : 1°  $A \times A$ , 2°  $A \times Ar$ , 3°  $A \times Br I$ , 4°  $A \times Br II$  et 5°  $A \times Br III$ . La 2° série comprend 4 types de croisements, où l'un des progéniteurs est toujours subanoure (*Ar*), soit, 1°  $Ar \times Ar$ , 2°  $Ar \times Br I$ , 3°  $Ar \times Br II$ , 4°  $Ar \times Br III$ . Les résultats de ces 9 types de croisements sont exposés dans le tableau V.

Pour simplifier la discussion des résultats de ces croisements, qui sont assez complexes, par suite de la variation considérable dans la descendance, nous nous sommes résigné à ne faire ressortir dans cette descendance qu'un seul groupe, le mieux caractérisé phénotypiquement — celui des anoures absolus. Ce groupe nous sert de critérium, non seulement pour la série I, où l'un des progéniteurs est toujours anoure absolu, mais aussi pour la série II, où l'un des progéniteurs est toujours subanoure. Cette façon d'agir est justifiée par les raisons suivantes : 1° les subanoures sont, au point de vue de la longueur de leur rachis, très proches des anoures absolus, la variation entre ces deux groupes étant beaucoup moindre que la variation admise dans nos trois groupes de brachyoures, et 2° il était préférable d'établir un seul critérium pour les deux séries de ces expériences, afin de pouvoir comparer leurs résultats. D'autre part, l'étude préalable des autres descendants à queue mutée, et leur répartition en groupes divers, nous a démontré que nos chiffres n'étaient pas suffisants pour une étude aussi détaillée. Afin d'éviter de dépasser les cadres prévus pour ce travail, nous nous sommes vu obligés de réunir tous les descendants à queue mutée, autres que les anoures absolus, en un seul groupe.

La descendance de ces 9 types de croisements a été ainsi répartie en trois groupes : a) *anoures proprement dits* (*A*); b) *formes sub-anoures et brachyoures de degrés variés* (*Ar* et *Br* jusqu'à 70 mm.) (les pourcentages dans les deux groupes ont été calculés par rapport au nombre total des descendants à queue mutée), et c) *descendants à*

queue normalement longue (70-90 mm.). Nous avons vu précédemment que la progéniture de deux Souris à queue mutée se compose de 2 anormaux : 1 normal, par l'effet d'un facteur létal, quel que soit le degré de raccourcissement de la queue chez les parents. En examinant les résultats ci-dessus obtenus, on remarque que la répartition, dans la descendance anormale, en anoures absolus (*A*) d'un côté, et en subanoures (*Ar*) et brachyoures (*Br*) de l'autre, offre une certaine régularité, et que le pourcentage des anoures absolus (*A*) varie dans un sens inverse de la longueur du rachis chez les parents.

TABLEAU V

*Statistique des anoures absolus après les croisements divers entre deux progéniteurs à queue mutée.*

| L'un des progéniteurs est. . . . .                                                      | 1 <sup>re</sup> série |                      |                        |                         |                          | 2 <sup>e</sup> série    |                         |                          |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                                                                                         | Anoure ( <i>A</i> )   |                      |                        |                         |                          | Subanoure ( <i>Ar</i> ) |                         |                          |                           |
| Croisements . . . . .                                                                   | <i>A</i> × <i>A</i>   | <i>A</i> × <i>Ar</i> | <i>A</i> × <i>Br I</i> | <i>A</i> × <i>Br II</i> | <i>A</i> × <i>Br III</i> | <i>Ar</i> × <i>Ar</i>   | <i>Ar</i> × <i>Br I</i> | <i>Ar</i> × <i>Br II</i> | <i>Ar</i> × <i>Br III</i> |
| Nombre total de descendants . . .                                                       | 411                   | 322                  | 178                    | 125                     | 110                      | 292                     | 76                      | 159                      | 90                        |
| a) Nombre des descendants anoures absolus ( <i>A</i> ). . . . .                         | 185                   | 93                   | 36                     | 26                      | 14                       | 68                      | 15                      | 6                        | 1                         |
| o/o par rapport au nombre total des anormaux . . . . .                                  | 71,2                  | 45,6                 | 31,6                   | 28,0                    | 19,7                     | 33,8                    | 26,3                    | 6,4                      | 1,8                       |
| b) Nombre des descendants subanoures et brachyoures ( <i>Ar</i> et <i>Br</i> ). . . . . | 75                    | 111                  | 78                     | 67                      | 57                       | 133                     | 42                      | 88                       | 56                        |
| o/o par rapport au total des anormaux . . . . .                                         | 28,8                  | 54,4                 | 68,4                   | 72,0                    | 80,3                     | 66,2                    | 73,7                    | 93,6                     | 98,2                      |
| Nombre total des descendants anormaux . . . . .                                         | 260                   | 204                  | 114                    | 93                      | 71                       | 201                     | 57                      | 94                       | 57                        |
| c) Nombre des descendants normaux ( <i>N</i> ) . . . . .                                | 151                   | 118                  | 64                     | 32                      | 39                       | 91                      | 19                      | 65                       | 33                        |

Figurons les données des deux séries d'expériences en mettant entre parenthèses, à côté des nombres des descendants *A* (exprimés en o/o), la valeur moyenne de la longueur de la queue pour le progéniteur variable :

|                                                                   |          |            |             |            |             |
|-------------------------------------------------------------------|----------|------------|-------------|------------|-------------|
| Série I, où le progéniteur invariable est anoure absolu . . . . . | 71,2 (0) | 45,6 (2,5) | 31,6 (13)   | 28 (30,6)  | 19,7 (48,8) |
| Série II, où le progéniteur invariable est subanoure . . . . .    | —        | 33,8 (2,5) | 26,3 (12,9) | 6,4 (30,9) | 1,8 (49,3)  |

On voit ainsi que le pourcentage des *A* diminue progressivement pour des progéniteurs à queue de plus en plus longue.

Mais il y a plus. Dans la 2<sup>e</sup> série d'expériences, où il n'y avait aucun progéniteur *A*, mais toujours un *Ar*, on voit cependant apparaître des *A* dans la descendance de toutes les catégories de croisements. Ce résultat d'apparence paradoxale concorde avec l'observation faite dans l'étude sur les brachyours : la transmission de la longueur du rachis ne se fait pas avec une précision complète, mais avec une certaine variation en plus ou en moins. Le fait que l'un des progéniteurs, dans la série II, était toujours subanoure (*Ar*), c'est-à-dire, très proche des anoures absolus, a fait surgir ces derniers (*A*) dans la descendance. D'autre part, il y avait, dans cette descendance, des Souris à queue plus longue que la queue de l'autre progéniteur (à longueur de queue variée), ce qui détermine l'oscillation par excès, correspondant à l'oscillation par défaut. Mais, à part ces deux classes extrêmes, il y a toujours, dans la descendance de pareils croisements, des intermédiaires entre les deux parents, ainsi que cela avait été également constaté parmi les Souris brachyours ; c'est pour cette raison que leur étude est tellement complexe et exige des expériences étendues. Néanmoins, la diminution régulière que présentent les résultats des deux séries d'expériences en discussion, ne laisse aucun doute sur ce fait que la longueur du rachis chez les descendants n'est pas quelconque, et qu'elle dépend de celle des parents, suivant une loi statistique de variation qui est probablement assez complexe, peut-être en raison d'une pluralité des gènes intéressés.

b) COMPORTEMENT GÉNÉTIQUE DES DIFFÉRENTS SUBANOURES (*Ar*)

L'étude des *subanoures* (*Ar*), surtout des formes caractéristiques rares, comme *pendeloque* et *cône filament*, est très difficile et nécessite un matériel beaucoup plus considérable que le nôtre. Les subanoures à *rudiment de queue osseux, simple ou coudé*, sont plus fréquents et plus faciles à suivre, mais ce groupe est génétiquement moins homogène pour cette raison que les petits à *pendeloque* perdent facilement leur *pendeloque* au moment de la naissance ou peu après (ainsi que l'on voit sur la fig. II, E) et, par suite, sont recensés comme anoures ou subanoures à *rudiment osseux*.

Toutefois, nous allons essayer de rechercher s'il y a quelques indications sur la possibilité de la transmission héréditaire de certaines particularités des subanoures. Nous nous servons, à cet effet, des données fournies par des croisements des anoures absolus (*A*) et des 3 formes de subanoures *Arp* (à *pendeloque*), *Aro* <sup>(1)</sup> (avec *rudiment osseux*) et *Arcf* (*cône filament*). Ces données sont réunies sur le tableau VI.

Il représente la répartition des descendants subanoures en trois groupes : a) *Arp*, b) *Aro*, et c) *Arcf* après croisements : 1° de deux anoures absolus ( $A \times A$ ) (témoins); 2° des subanoures avec des anoures ( $Ar \times A$ ) et 3° des subanoures entre eux ( $Ar \times Ar$ ).

Le pourcentage des subanoures, sans distinction de formes particulières, a été calculé par rapport au nombre total de Souris à queue mutée, et le pourcentage de chacun des trois groupes, par rapport au nombre des subanoures.

En comparant la répartition des descendants subanoures dans les divers types de croisements du tableau VI, on arrive aux constatations suivantes :

1° la fréquence de l'apparition des subanoures *Ar* est minimum (15,8 o/o) dans les croisements de deux anoures absolus ( $A \times A$ ).

2° La fréquence des subanoures *Ar* est plus élevée dans les croisements de 2 subanoures ( $Ar \times Ar$ ), que dans ceux d'un subanoure et d'un anoure absolu ( $A \times Ar$ ) (34 o/o contre 32,6 o/o, 36,4 o/o contre 16,3 o/o et 42,1 o/o contre 38,5 /o).

(1) Pour simplifier la notation, nous nous servons ici de ce signe *Aro* pour remplacer *Ard* + *Arc* (subanoures à rudiment osseux droit et à rudiment osseux coudé).

TABLEAU VI

*Statistique des descendants subanoures dans les croisements  
entre subanoures et anoures, et subanoures seuls.*

|                                                                                   | Parents<br>anoures<br>absolus (A) | Un des parents subanoure, A<br>l'autre anoure absolu (A) |                |                 | Parents subanoures (Ar) |                  |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|------------------|--------------------|
|                                                                                   |                                   | $A \times Arp$                                           | $A \times Aro$ | $A \times Arcf$ | $Arp \times Arp$        | $Aro \times Aro$ | $Arcf \times Arcf$ |
| Croisements. . . . .                                                              | $A \times A$                      |                                                          |                |                 |                         |                  |                    |
| Nombre total des descendants mutés. .                                             | 260                               | 49                                                       | 129            | 26              | 37                      | 33               | 19                 |
| Nombre total et o/o de subanoures (Ar).                                           | 41 (15,8 o/o)                     | 16 (32,6 o/o)                                            | 21 (16,3 o/o)  | 10 (38,5 o/o)   | 12 (34 o/o)             | 12 (36,4 o/o)    | 8 (42,1 o/o)       |
| a) Nombre et o/o de subanoures à « pen-<br>deloque » (Arp) . . . . .              | 8 (19,5 o/o)                      | 6 (37,5 o/o)                                             | 2 (9,5 o/o)    | —               | 8 (66,7 o/o)            | 1 (8,3 o/o)      | —                  |
| b) Nombre et o/o de subanoures à rudi-<br>ment de queue « osseux » (Ard et Arcf). | 32 (78 o/o)                       | 10 (62,5 o/o)                                            | 19 (90,5 o/o)  | 8 (80 o/o)      | 4 (33,3 o/o)            | 11 (91,7 o/o)    | 3 (37,5 o/o)       |
| c) Nombre et o/o de descendants sub-<br>anoures à « cône filament » (Arcf).       | 1 (2,5 o/o)                       | —                                                        | —              | 2 (20 o/o)      | —                       | —                | 5 (62,5 o/o)       |

Généralement, la fréquence des subanoures *Ar* est la plus élevée dans les croisements où participent des progéniteurs à *cône filament* (*Arcf*).

Quant à la transmission héréditaire des particularités morphologiques des subanoures, nous ne tiendrons compte que des deux formes extrêmement rares, mais bien caractéristiques extérieurement : *pendeloque* et *cône filament*. Les descendants à *pendeloque* sont les plus nombreux après les croisements dans lesquels l'un ou bien les deux progéniteurs présentent cette particularité (37,5 o/o et 66,7 o/o) ; on les trouve encore dans les croisements de 2 anoures absolus (19,5 o/o), et de subanoures à rudiment de queue osseux *Aro* (9,5 o/o et 8,3 o/o) ce qui s'explique facilement par la présence, dans ces deux groupes, de subanoures qui ont perdu leur *pendeloque* avant d'être recensés. Aucune *pendeloque* n'a été enregistrée dans la descendance des Souris à *cône filament*.

Les descendants à *cône filament*, sauf un seul cas (2,5 o/o) dans la rubrique  $A \times A$ , ne se rencontrent qu'après les croisements  $A \times Arcf$  (20 o/o) et  $Arcf \times Arcf$  (62,5 o/o). Le *cône filament* est une forme extrêmement complexe, du fait que le cône osseux peut contenir parfois beaucoup de vertèbres aberrantes. Cette particularité de structure correspond probablement à une multiplicité de facteurs génétiques, et cela explique l'extrême rareté de cette forme. Le fait que la dite forme est reparue, à plusieurs reprises, justement dans la descendance de progéniteurs porteurs de cette anomalie est d'autant plus significatif.

En résumé, les faits observés permettent de supposer que les diverses formes subanoures possèdent certaines caractéristiques génotypiques qui semblent leur être propres.

#### c) DISTRIBUTION DES SEXES

Nous avons cherché si les mutations observées se répartissaient de façon inégale entre les deux sexes.

Nous avons réparti notre matériel (voir le tableau VII) en 4 séries : 1<sup>o</sup> descendance de croisements *anormal*  $\times$  *anormal*. Nous avons réuni la descendance de 5 types de croisements ( $A \times A$ ,  $A \times Ar$ ,  $Ar \times Ar$ ,  $A \times Br$  et  $Ar \times Br$ ), parce que l'analyse préalable n'a

## Répartition des anormaux

| Type de croisement . .                                                       | Proportion                                       |           |       |                          |           |       |                                                           |           |       |                                                  |           |       |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------|-------|--------------------------|-----------|-------|-----------------------------------------------------------|-----------|-------|--------------------------------------------------|-----------|-------|
|                                                                              | I<br><i>Anormal</i> $\times$ <i>Anormal</i>      |           |       |                          |           |       |                                                           |           |       |                                                  |           |       |
|                                                                              | anormaux<br>( <i>A</i> + <i>Ar</i> + <i>Br</i> ) |           |       | normaux<br>( <i>Nm</i> ) |           |       | Total<br>( <i>A</i> + <i>Ar</i> + <i>Br</i> + <i>Nm</i> ) |           |       | anormaux<br>( <i>A</i> + <i>Ar</i> + <i>Br</i> ) |           |       |
| Répartition des descendants . . . . .                                        | $\sigma$                                         | $\varphi$ | total | $\sigma$                 | $\varphi$ | total | $\sigma$                                                  | $\varphi$ | total | $\sigma$                                         | $\varphi$ | total |
| Nombres observés                                                             | 356                                              | 365       | 721   | 195                      | 217       | 412   | 551                                                       | 582       | 1.133 | 80                                               | 78        | 158   |
| Nombres calculés ( <i>Q</i> ) .                                              | 360,5                                            | 360,5     | 721   | 206                      | 206       | 412   | 566,5                                                     | 566,5     | 1.133 | 79                                               | 79        | 158   |
| Ecart observé ( <i>d</i> ) . . .                                             | - 4,5                                            | + 4,5     |       | - 11                     | + 11      |       | - 15,5                                                    | + 15,5    |       | + 1                                              | - 1       |       |
| Ecart type $m = \pm \sqrt{Npq}$ .                                            | $\pm 12,67$                                      |           |       | $\pm 9,51$               |           |       | $\pm 15,50$                                               |           |       | $\pm 5,92$                                       |           |       |
| Rapport des deux écarts<br>$\left(\frac{d}{m}\right)$ . . . . .              | 0,35                                             |           |       | 1,16                     |           |       | 1,0                                                       |           |       | 0,17                                             |           |       |
| Probabilité de rencontre<br>des résultats observés<br>( <i>P</i> ) . . . . . | 73 o/o                                           |           |       | 25 o/o                   |           |       | 30 o/o                                                    |           |       | 98,5 o/o                                         |           |       |

ns les deux sexes.

| descendants ♂ et ♀               |     |       |                                |      |       |                              |     |       |                 |       |       |                                |       |       |                                     |       |       |
|----------------------------------|-----|-------|--------------------------------|------|-------|------------------------------|-----|-------|-----------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------------------------------------|-------|-------|
| II<br><i>Anormal</i> × ♀ normale |     |       |                                |      |       | III<br>♂ Normal × ♀ anormale |     |       |                 |       |       |                                |       |       | IV<br><i>N</i> × <i>N</i> (témoins) |       |       |
| normaux<br>(Nm)                  |     |       | Total<br>(A + Ar<br>+ Br + Nm) |      |       | anormaux<br>(A + Ar + Br)    |     |       | normaux<br>(Nm) |       |       | Total<br>(A + Ar<br>+ Br + Nm) |       |       | normaux<br>(N)                      |       |       |
| ♂                                | ♀   | total | ♂                              | ♀    | total | ♂                            | ♀   | total | ♂               | ♀     | total | ♂                              | ♀     | total | ♂                                   | ♀     | total |
| 3                                | 95  | 208   | 193                            | 173  | 366   | 16                           | 26  | 42    | 30              | 27    | 57    | 46                             | 53    | 99    | 805                                 | 804   | 1.609 |
| 4                                | 104 | 208   | 183                            | 183  | 366   | 21                           | 21  | 42    | 28,5            | 28,5  | 57    | 49,5                           | 49,5  | 99    | 804,5                               | 804,5 | 1.609 |
| 9                                | - 9 |       | + 10                           | - 10 |       | - 5                          | + 5 |       | + 1,5           | - 1,5 |       | - 3,5                          | + 3,5 |       | - 0,5                               | + 0,5 |       |
| ± 6,80                           |     |       | ± 9,02                         |      |       | ± 3,06                       |     |       | ± 3,56          |       |       | ± 4,69                         |       |       | ± 18,91                             |       |       |
| 1,32                             |     |       | 1,11                           |      |       | 1,63                         |     |       | 0,42            |       |       | 0,75                           |       |       | 0,03                                |       |       |
| 19 0/0                           |     |       | 27 0/0                         |      |       | 10 0/0                       |     |       | 67 0/0          |       |       | 45 0/0                         |       |       | environ 100 0/0                     |       |       |

montré aucune différence dans la distribution des sexes ; 2° descendance des accouplements ♂ *anormal* × ♀ *normale* ; 3° croisements ♂ *normal* × ♀ *anormale* ; 4° à titre de témoins, 9 lignées issues de croisements de Souris normales ( $N \times N$ ), n'ayant présenté aucune mutation :

*Série I (anormal × anormal).*

|                           |                       |     |
|---------------------------|-----------------------|-----|
| <i>Anormaux</i> . . . . . | 356 ♂ : 365 ♀, P = 73 | 0/0 |
| <i>Normaux</i> . . . . .  | 195 ♂ : 217 ♀, P = 25 | 0/0 |
| Total . . . . .           | 551 ♂ : 582 ♀, P = 30 | 0/0 |

*Série II (♂ anormal × ♀ normale).*

|                           |                       |     |
|---------------------------|-----------------------|-----|
| <i>Anormaux</i> . . . . . | 80 ♂ : 78 ♀, P = 98,5 | 0/0 |
| <i>Normaux</i> . . . . .  | 113 ♂ : 95 ♀, P = 19  | 0/0 |
| Total . . . . .           | 193 ♂ : 173 ♀, P = 27 | 0/0 |

*Série III (♂ normal × ♀ anormale).*

|                           |                     |     |
|---------------------------|---------------------|-----|
| <i>Anormaux</i> . . . . . | 16 ♂ : 26 ♀, P = 10 | 0/0 |
| <i>Normaux</i> . . . . .  | 30 ♂ : 27 ♀, P = 67 | 0/0 |
| Total . . . . .           | 45 ♂ : 53 ♀, P = 45 | 0/0 |

*Série IV (N × N).* 805 ♂ : 804 ♀, c'est-à-dire que P se rapproche de 100 0/0.

Ainsi la distribution des sexes se trouve dans les limites prévues par la formule 1 : 1 dans toutes les 4 séries de croisements (P varie de 10 0/0 à 100 0/0). En conséquence, la mutation « queue absente ou raccourcie » n'est pas liée au sexe.

## CHAPITRE XII

### ÉTUDE GÉNÉTIQUE DE L'ANOURIE DANS LE STOCK II

Le stock II, obtenu à la suite de divers croisements entre des Souris mutées et des Souris normales, et stabilisé par la sélection des formes anoures, a fini par constituer trois lignées génétiquement isolées et ne donnant qu'une descendance anoure après croisements intrafamiliaux (fig. X), savoir : la *lignée XXIX* avec ses 5 branches, la *lignée XIX* et la *lignée agouti*.



Fig. X. — Famille des ultra-anoures, sans ségrégation (*stock II*) ; lignée Agouti : 2 parents et 5 petits, tous anoures à queue filiforme.

#### 1° Croisements de Souris anoures au sein de chaque lignée.

Dans le tableau VIII, nous avons représenté la descendance de trois lignées. Ce tableau démontre que la *lignée XXIX* a été constituée par des croisements entre 14 mâles et 23 femelles, tous

anoures. Ces couples ont donné, en 48 portées, 194 descendants anoures absolus, ou à queue filiforme, c'est-à-dire semblables aux parents. Cette absence de ségrégation s'est perpétuée à travers 6 générations. Le nombre moyen de petits par portée a été de 4,1.

La *lignée XIX* a été constituée par des croisements de 3 mâles et de 3 femelles, pris dans une même lignée. Ils ont produit, en 10 portées (3 générations), 34 descendants anoures, soit 3,4 petits par portée.

La *lignée agouti* comprend, en 23 portées, 63 descendants (soit en moyenne 2,7 petits), provenant de 7 mâles et de 15 femelles et suivis à travers trois générations.

On voit que la progéniture dans ces trois lignées est composée exclusivement d'individus anoures semblables aux parents (absence de ségrégation); nous les désignons par le symbole *Au* (ultra-anoures).

TABLEAU VIII

*Descendants anoures issus de croisements Au × Au  
(pas de ségrégation).*

| Parents                                | Lignée XXIX<br>14 ♂♂<br>et 23 ♀♀ | Lignée XIX<br>3 ♂♂<br>et 3 ♀♀ | Lignée agouti<br>7 ♂♂<br>et 15 ♀♀ | Total<br>24 ♂♂<br>et 41 ♀♀ |
|----------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Nombres de descendants. . . . .        | 194                              | 34                            | 63                                | 291                        |
| Nombres de portées.                    | 48                               | 10                            | 23                                | 81                         |
| Nombre moyen de<br>petits par portée . | 4,1                              | 3,4                           | 2,7                               | 3,6                        |
| Nombre de généra-<br>tions. . . . .    | 6                                | 3                             | 3                                 | —                          |

2° *Croisements des anoures* ( $Au \times Au$ )  
*provenant de lignées différentes.*

Contrairement à ce que l'on observe dans les croisements intra-familiaux des anoures *Au* (absence de ségrégation), les croisements entre les représentants de deux de ces lignées différentes, amènent toujours la réapparition de descendants normaux ; ainsi 5 mâles et 5 femelles, tous *Au*, mais l'un des parents étant pris dans la lignée XXIX et l'autre dans la lignée agouti, ont fourni, en 5 portées, 14 descendants anoures et 15 descendants normaux, soit une ségrégation du type 1 : 1. Cela démontre que, malgré l'absence de ségrégation dans toutes les trois lignées après les croisements intra-familiaux, les anoures *Au* ne sont pas tous équivalents, et qu'ils ne sont pas homozygotes. Nous reviendrons plus tard sur la formule obtenue ci-dessus.

3° *Croisements des anoures Au avec des Souris à queue longue.*

Afin de pénétrer plus avant dans l'organisation génétique des Souris anoures du présent stock, nous avons procédé aux croisements de ces anoures (*Au*) avec des Souris à queue longue. Les Souris anoures provenaient tantôt de la lignée XXIX (*Au XXIX*), tantôt de la lignée agouti (*Au agouti*). Les anoures de la lignée XIX n'ont, malheureusement, pas pu être étudiés à ce point de vue, parce que cette lignée s'est éteinte en peu de temps. Parmi les Souris à queue longue, nous distinguons trois catégories : 1° Souris sauvages (*Mus musculus*) capturées aux environs de Saint-Cyr ( $N_I$ ), 2° Souris sauvages [*M. spicilegus hispanicus* Rode det., ou *M. musculus azoricus* det. Heim de Balsac], capturées à Banyuls ( $N_{II}$ ) <sup>(1)</sup>, 3° Souris blanches élevées au laboratoire mais ne se trouvant aucunement apparentées au stock mutant ( $N_{III}$ ).

Nous avons réalisé ainsi 4 types de croisements (tableau IX) : 1°  $Au XXIX \times N_I$ , 2°  $Au XXIX \times N_{II}$ , 3°  $Au agouti \times N_{II}$ , 4°  $Au agouti \times N_{III}$ .

(1) Nous devons les Souris provenant de Saint-Cyr à l'obligeance de M. A. CHAPPELLIER et celles de Banyuls nous ont été fournies par M. O. DUBOSCO et Mlle O. TUZET que nous remercions vivement.

TABLEAU IX. — Répartition des descendants après croisements des anoures (*Au*)  
avec des normaux ( $N_I$ ,  $N_{II}$ ,  $N_{III}$ ).

| Proportions des descendants                                     |                                                                                                      |                           |                                                                                                         |                           |                                                                                                              |                           |                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | I<br><i>Au XXIX</i> $\times$ <i>N<sub>I</sub></i><br>7 ♀♀ <i>Au XXIX</i> et 2 ♂ <i>N<sub>I</sub></i> |                           | II<br><i>Au XXIX</i> $\times$ <i>N<sub>II</sub></i><br>5 ♀♀ <i>Au XXIX</i> et 1 ♂ <i>N<sub>II</sub></i> |                           | III<br><i>Au agouti</i> $\times$ <i>N<sub>II</sub></i><br>5 ♀♀ <i>Au agouti</i> et 2 ♂ <i>N<sub>II</sub></i> |                           | IV<br><i>Au agouti</i> $\times$ <i>N<sub>III</sub></i><br>3 ♂ <i>Au agouti</i><br>et 7 ♀♀ <i>N<sub>III</sub></i> |
|                                                                 | anormaux<br>(A)                                                                                      | normaux<br>( <i>Nmu</i> ) | anormaux<br>(Br)                                                                                        | normaux<br>( <i>Nmu</i> ) | anormaux<br>(Br)                                                                                             | normaux<br>( <i>Nmu</i> ) | Tous normaux<br>( <i>Nmu</i> )                                                                                   |
| Parents . . . . .                                               |                                                                                                      | Total                     |                                                                                                         | Total                     |                                                                                                              | Total                     |                                                                                                                  |
| Caractéristiques caudales<br>des descendants . . . . .          |                                                                                                      |                           |                                                                                                         |                           |                                                                                                              |                           |                                                                                                                  |
| Nombres observés . . . . .                                      | 35                                                                                                   | 39                        | 14                                                                                                      | 13                        | 13                                                                                                           | 12                        | 46                                                                                                               |
| Nombres calculés (Q) . . . . .                                  | 37                                                                                                   | 37                        | 13,5                                                                                                    | 13,5                      | 12,5                                                                                                         | 12,5                      |                                                                                                                  |
| Ecart observé (d) . . . . .                                     | - 2                                                                                                  | + 2                       | + 0,5                                                                                                   | - 0,5                     | - 0,5                                                                                                        | + 0,5                     |                                                                                                                  |
| Ecart type $m \pm \sqrt{Npq}$ . . . . .                         | $\pm 4,55$                                                                                           |                           | $\pm 2,45$                                                                                              |                           | $\pm 2,33$                                                                                                   |                           |                                                                                                                  |
| Rapport des deux écarts<br>$\left(\frac{d}{m}\right)$ . . . . . | 0,44                                                                                                 |                           | 0,20                                                                                                    |                           | 0,21                                                                                                         |                           |                                                                                                                  |
| Probabilité de rencontre des<br>résultats obtenus (P) . . . . . | 55 o/o                                                                                               |                           | 98 o/o                                                                                                  |                           | 98 o/o                                                                                                       |                           |                                                                                                                  |
| Nombre de portées . . . . .                                     | 11                                                                                                   |                           | 6                                                                                                       |                           | 5                                                                                                            |                           | 9                                                                                                                |
| Nombre moyen de petits par<br>portée . . . . .                  | 6,7                                                                                                  |                           | 4,5                                                                                                     |                           | 5                                                                                                            |                           | 5,1                                                                                                              |

La descendance des trois premiers se répartit suivant les proportions 1 : 1, en deux classes : dans les croisements  $Au \ XXIX \times N_I$ , en anoures absolus et normaux, dans les croisements  $Au \ XXIX \times N_{II}$  et  $Au \ agouti \times N_{II}$  en brachyoures et normaux. Les descendants brachyoures dans ces deux derniers cas, avaient une queue réduite de deux tiers au maximum et caractérisée par une absence complète de coudures. La descendance des croisements  $Au \ agouti \times N_{III}$  est composée, contrairement à la prévision, exclusivement d'individus normaux.

Ces 4 types de croisements (*tableau IX*) ont donné les proportions suivantes :

$Au \ XXIX \times N_I - 35 \ Au : 39 \ Nm, P = 55 \ 0/0.$

$Au \ XXIX \times N_{II} - 14 \ Br : 13 \ Nm, P = 98 \ 0/0.$

$Au \ agouti \times N_{II} - 13 \ Br : 12 \ Nm, P = 98 \ 0/0.$

$Au \ agouti \times N_{III} - 46 \ Nm.$

Il résulte de l'ensemble des croisements ci-dessus que : 1° les Souris anoures du stock II (XXIX, XIX, agouti), phénotypiquement semblables aux Souris anoures du stock I, diffèrent sensiblement de ces dernières par leur aptitude à se reproduire à l'intérieur de chaque lignée, sans ségrégation. La réapparition des descendants normaux, après croisement entre les lignées en question, révèle la dissemblance des mécanismes génétiques correspondant à la manifestation de l'anourie dans les différentes lignées (du moins dans les lignées mieux étudiées, XXIX et agouti). La formule de ségrégation 1 : 1 (au lieu de 2 : 1) pourrait laisser supposer que l'une de ces deux anouries est récessive. En effet, la lignée agouti n'a donné, après croisements avec des Souris blanches normales ( $N_{III}$ ), que des normaux. Mais, avec le mâle sauvage ( $N_{II}$ ), les femelles de la lignée agouti ont donné la même ségrégation que la lignée XXIX, cela complique les choses et rend nécessaire des recherches ultérieures.

2° La proportion 1 anormal : 1 normal, dans la descendance issue de croisements  $Au \ XXIX \times N_I$ ,  $Au \ XXIX \times N_{II}$ ,  $Au \ agouti \times N_{II}$ , indique que les anoures de ces lignées sont hétérozygotes.

3° L'absence de ségrégation, dans la descendance issue de croisement entre deux hétérozygotes n'a pas été, jusqu'ici, rencontrée chez un mammifère. Chez la Drosophile, ce phénomène a été expliqué par la considération de gènes « létaux compensés » (*balan-*

*ced lethals*) (MULLER, 1918), c'est-à-dire, par l'apparition d'un nouveau gène létal récessif (sans manifestation morphologique) dans le chromosome homologue de celui où se trouve le gène létal caractéristique de la mutation en question (*queue raccourcie* dans notre cas); il en résulte que les deux groupes d'homozygotes (dominants et récessifs) font défaut. Cette hypothèse aurait pu être vérifiée par l'étude de la fécondité chez les descendants normaux des anoures à létalité compensée. Mais, étant donné que la grandeur des portées varie sensiblement même parmi les lignées différentes à queue longue (nous l'avons déjà mentionné plus haut), cette vérification nécessiterait une extension considérable de l'élevage des Souris normales, ce qui nous a été, pour le moment, impossible. Il n'a pas été procédé non plus à la détection de ces deux classes d'embryons létaux dans les utérus gravides, ni à la recherche du moment de leur mort. Toutes ces investigations sont encore à faire.

4° La descendance anormale dans les croisements  $Au \times N$  n'est pas toujours semblable : dans le cas  $Au XXIX \times N_I$ , elle est anoure, tandis que dans les deux autres cas,  $Au XXIX \times N_{II}$ ,  $Au agouti \times N_{II}$ , elle est uniformément brachyoure, malgré la différence de l'origine des parents anoures. Cela indique que l'apparition des brachyoures dépend, dans le cas présent du parent normal, et que, par conséquent, les progéniteurs normaux peuvent modifier la manifestation phénotypique de l'anomalie caudale.

Leur rôle, dans l'origine des trois lignées constituant le stock II, a déjà été indiqué plus haut.

Ces faits montrent que les Souris normales peuvent jouer un rôle important dans la variation du comportement génétique de la mutation *queue courte* ou *absente*.

Les descendants anoures (*lignée XXXIII*) ne donnent pas de ségrégation après un rétrocroisement avec le parent anoure ( $XXIX$ ), ni entre eux, ce qui montre que leur gène anoure est resté inaltéré.

## CHAPITRE XIII

### COMPARAISON DES DONNÉES MORPHOLOGIQUES ET GÉNÉTIQUES DANS LES DEUX STOCKS

Dans la partie génétique, nous avons établi que la fréquence de réapparition des descendants anoures absolus ( $A$ ), dans les divers types de croisements, dépend du degré de raccourcissement de la queue chez les parents.

Nous allons maintenant rechercher des arguments supplémentaires en faveur de cette thèse, dans les données fournies par notre étude radiographique, en utilisant les informations sur la longueur du rachis (exprimée en nombre de vertèbres) ainsi que sur certaines anomalies de forme, telles que coudures, fentes, lacunes, etc.

*Stock I.* — Ce stock présente une collection d'anoures recueillis dans notre élevage général de Souris à queue mutée; par conséquent, il n'a pas été établi en vue d'une étude génétique. Toutefois, nous avons pu, en procédant au triage des animaux d'après leur origine, enregistrer, dans de nombreux cas, des liens de parenté; cela rend ce matériel susceptible de donner des indications intéressantes sur la transmission héréditaire de la longueur du rachis et de certaines particularités morphologiques, présentées par la mutation *queue raccourcie*.

Il a été déjà établi, par l'étude génétique, que le taux le plus élevé (71,2 0/0) des descendants anoures absolus se présente dans les croisements où les parents ont le rachis le plus court ( $A \times A$ ). Les anoures absolus ( $A$ ) sont tous d'apparence semblable, mais l'étude radiographique révèle que ces animaux présentent une variation assez considérable de la terminaison du rachis; celui-ci s'arrête tantôt sur les vertèbres sacrées ou à la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale, *vrais anoures* ( $Av$ ), tantôt sur les vertèbres caudales, au delà de la 1<sup>re</sup> caudale, nous le désignons comme *pseudo-anoures* ( $Ap$ ).

Etant donné que les animaux du stock I ont été pris au hasard dans le stock général aux fins de radiographie, certains membres

participant aux croisements du stock I n'ont pas été radiographiés. Pour les distinguer de ceux qui l'ont été, nous les désignerons par le symbole *Anr* (anoure non radiographié). Les raisons pour lesquelles nous ne les éliminons pas complètement sont les suivantes : 1° il serait tout d'abord difficile de s'en passer et 2° provenant des mêmes souches, ils diffèrent en général peu des individus radiographiés et n'empêchent pas l'obtention de résultats concluants.

Nous répartissons les individus consanguins du stock, suivant 5 types de croisements (tableau X).

TABLEAU X

*Souris consanguines du stock I.*

| Croisements . .                                                                               | I<br><i>Av</i> × <i>Av</i> | II<br><i>Av</i> × <i>Anr</i> | III<br><i>Av</i> × <i>Ap</i> | IV<br><i>Ap</i> × <i>Anr</i> | V<br><i>Ap</i> × <i>Ap</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Nombre total de descendants . .                                                               | 62                         | 128                          | 120                          | 59                           | 31                         |
| Nombre total des descendants anormaux . .                                                     | 45                         | 81                           | 75                           | 32                           | 17                         |
| a) Nombre et o/o de descendants anoures absolus ( <i>A</i> ). . . . .                         | 38 (84,0/o)                | 63 (77,8 o/o)                | 50 (66,7 o/o)                | 22 (65,6 o/o)                | 8 (48,2 o/o)               |
| b) Nombre et o/o de descendants subanoures et brachyoures ( <i>Ar</i> et <i>Br</i> ). . . . . | 7 (16 o/o)                 | 18 (22,2 o/o)                | 25 (33,3 o/o)                | 10 (34,4 o/o)                | 9 (51,8 o/o)               |

1° *Av* × *Av*, 2° *Av* × *Anr*, 3° *Av* × *Ap*, 4° *Ap* × *Anr*, 5° *Ap* × *Ap*.

La descendance, dans ces divers croisements, a été répartie de même que dans l'étude génétique précédente, en trois groupes :

a) *anoures absolus* (*A*), b) *subanoures et brachyoures* (*Ar* et *Br*) et c) *normaux*.

Les pourcentages ont été calculés par rapport au nombre total de descendants à queue mutée.

En comparant les résultats obtenus, nous arrivons aux constatations suivantes :

1° La fréquence d'*anoures absolutus* (A) est la plus élevée (84 o/o) dans le cas  $Av \times Av$ , c'est-à-dire là où le rachis des parents est le plus court, le fait que l'autre parent n'a pas été radiographié n'a que peu modifié le taux 77,8 o/o (colonne II).

2° Le taux des *anoures absolutus* tombe à 66,7 o/o, lorsque le rachis de l'un des parents s'allonge ( $Av \times Ap$ ); de la même façon, cette proportion change très peu (65,6 o/o) lorsque l'autre parent n'est pas radiographié (colonne IV), et enfin il s'abaisse davantage (48,2 o/o) lorsque les deux parents sont des pseudo-anoures ( $Ap \times Ap$ ).

Il y a ici une diminution régulière de la fréquence des *anoures absolutus*, qui est en proportion inverse de l'augmentation de la longueur du rachis chez l'un ou chez les deux parents. Ces données apportent ainsi une nouvelle preuve en faveur de l'idée que le degré de raccourcissement du rachis se transmet par hérédité.

L'étude de la parenté de chaque Souris radiographiée nous a également permis de former six groupes génétiquement plus ou moins isolés : le premier groupe provient de parents brachyoures différents et les cinq autres constituent des familles consanguines, comprenant parfois plusieurs générations (tableau XI).

1<sup>er</sup> groupe. — Le niveau de la terminaison du rachis chez les 10 individus *anoures absolutus* (A) du stock I provenant de parents brachyoures, varie entre la 1<sup>re</sup> et la 5<sup>e</sup> vertèbre caudale. La majorité des cas (6) tombe sur la 2<sup>e</sup> vertèbre caudale. Ainsi, aucune des Souris anoures n'a accusé de terminaison du rachis dans le sacrum, ce qui peut être dû à ce qu'elles descendent de parents brachyoures.

2<sup>e</sup> famille. — Elle comprend 11 individus anoures radiographiés, issus d'un ♂ 10763 à cône filament et de deux femelles brachyoures à queue coudée (tous les 3 non radiographiés). Chez deux descendants anoures immédiats (♂ 11047A et ♀ 11426A) l'arrêt du rachis se trouve au niveau des 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> vertèbres caudales. D'après le niveau de la terminaison du rachis, cinq individus sont des anoures vrais et six — des pseudo-anoures, tous appartenant au même groupe (2 à 4 vertèbres caudales) que les deux premiers descendants immédiats. D'après les anomalies vertébrales, ces individus se répartissent de la façon suivante : 4 cas — rachis coudé à l'extrémité; 1 cas — vertèbre aberrante; 4 cas — vertèbres comprimées. On pourrait supposer que le niveau du rachis est transmis par les deux descendants immédiats radiographiés, les coudures — par les femelles brachyoures à queue coudée et les autres anomalies (qui se rencontrent dans le cône) — par le mâle.

TABLEAU XI  
Divers groupes, choisis dans le stock I, et correspondant (sauf le premier)  
à des familles consanguines génétiquement isolées.

| Caractéristique<br>des progéniteurs             | I                             | II                                                                                                                                                                     | III                                                                                                                                                              | IV                                  | V                                                                                                                               | VI                                          |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                 | Brachyoure<br>×<br>Brachyoure | ♂ 10763 <sub>Arct</sub> × 2 ♀♀ Br<br>(non radiographiés)<br>Descendants immédiats;<br>♂ 110474 et ♀ 114264<br>ont l'arrêt au niveau<br>des vertèbres caudales<br>2 à 4 | ♂ N × ♀ 104374 <sub>Arct</sub><br>(non<br>radiographiés)<br>Descendant<br>immédiat: ♂ 52534<br>à terminaison<br>du rachis sur<br>3 <sup>e</sup> vertèbre caudale | ♂ 13434 (n r)<br>×<br>♀ 18254 (1 c) | ♂ 17974 <sub>Arp</sub> (2 c)<br>×<br>♀ 100994 <sub>Arp</sub> (1 c)<br>+ fragment<br>de la 2 <sup>e</sup> vertèbre<br>caudale(c) | ♂ 5744 (2 1. 2 s.)<br>×<br>♀ 8044 (2 1/2 s) |
| Nombre total de descen-<br>dants radiographiés. | 10                            | 11                                                                                                                                                                     | 12                                                                                                                                                               | 12                                  | 15                                                                                                                              | 3                                           |
| 2 <sup>e</sup> vertèbre sa-<br>crée . . .       | —                             | 1                                                                                                                                                                      | —                                                                                                                                                                | —                                   | —                                                                                                                               | —                                           |
| 3 <sup>e</sup> vertèbre sa-<br>crée . . .       | —                             | 2                                                                                                                                                                      | 1                                                                                                                                                                | 1                                   | 1                                                                                                                               | 3                                           |
| 4 <sup>e</sup> vertèbre sa-<br>crée . . .       | —                             | 1                                                                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                | 1                                   | —                                                                                                                               | —                                           |
| 1 <sup>re</sup> vertèbre cau-<br>dale . . .     | 1                             | 1                                                                                                                                                                      | 3                                                                                                                                                                | 3                                   | 2                                                                                                                               | —                                           |
| Vertèbres cau-<br>dales 2 à 4 .                 | 8                             | 6                                                                                                                                                                      | 6                                                                                                                                                                | 6                                   | 9                                                                                                                               | —                                           |
| Vertèbres cau-<br>dales 5 à 7 .                 | 1                             | —                                                                                                                                                                      | —                                                                                                                                                                | 1                                   | 3                                                                                                                               | —                                           |

3<sup>e</sup> famille. — Elle comprend 12 individus, issus d'un couple primitif non radiographié : ♂ normal et ♀ 10437, subanoure à rudiment de queue osseux coudé. Les descendants anoures immédiats, ou de générations ultérieures, se répartissent en six vrais anoures et six pseudo-anoures, ces derniers ayant de 2 à 4 vertèbres caudales, c'est-à-dire appartenant au VI<sup>e</sup> groupe d'anoures auquel appartenait probablement comme subanoure la ♀ mère. Il y a lieu de noter que le seul ♂ 5253A de la 1<sup>re</sup> génération appartenait également au VI<sup>e</sup> groupe. La coudure provenant de la femelle (♀ 10437Arc) a été transmise à 4 des 12 descendants de cette famille.

4<sup>e</sup> famille. — Elle comprend une famille de 13 individus dont la souche ♀ 1825 accusait l'arrêt du rachis à la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale, cette dernière étant transparente (cette femelle elle-même provient d'un mâle anoure absolu, ♂ 1020A et d'une femelle, ♀ 1021, brachyoure à queue coudée). Elle fut croisée avec le ♂ 1343A, proche parent, non radiographié. Les descendants radiographiés se répartissent de la façon suivante : 5 vrais anoures dont 3 appartiennent au V<sup>e</sup> groupe d'anoures (1<sup>re</sup> vertèbre caudale) et 7 pseudo-anoures dont 6 appartenant au VI<sup>e</sup> groupe d'anoures. Ce groupe est voisin de celui auquel appartenait la mère radiographiée.

Les anomalies vertébrales connues des ascendants (coudure venant de la ♀ 1021, brachyoure, et anomalie d'ossification d'une vertèbre de la ♀ 1825A) ont reparu chez les descendants : coudure, chez 5 descendants, et lacunes dans le corps vertébral (anomalie de l'ossification, aussi bien que transparence d'une vertèbre chez la mère), chez 4 individus. A noter que, pratiquement, toutes les anomalies d'ossification du stock I se sont concentrées ainsi dans cette famille.

5<sup>e</sup> famille. — Elle comprend 17 individus anoures radiographiés : 1<sup>o</sup> le ♂ 1797 et la ♀ 10099, subanoures à pendeloque. Le ♂ 1797 provient d'un mâle anoure (A) et d'une femelle brachyoure à queue coudée et la ♀ 10099 d'un mâle A et d'une femelle brachyoure à queue droite. Chez le ♂ 1797 le rachis s'arrêtait à la 2<sup>e</sup> vertèbre caudale et avait une coudure terminale héritée de la mère. — La ♀ 10099 possède la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale et, en plus, un fragment osseux de la vertèbre caudale suivante.

2<sup>o</sup> Chez les 15 autres individus issus des deux précédents la terminaison du rachis (sauf un seul cas où il s'arrête au niveau du sacrum) a toujours eu lieu au niveau des vertèbres caudales ; la majorité des cas (9 sur 15) tombe dans le VI<sup>e</sup> groupe, c'est-à-dire dans celui auquel appartenait les premiers progéniteurs radiographiés. En outre, la pendeloque a été transmise 6 fois (le stock I comprend en tout 14 Souris à pendeloque radiographiées) et la coudure également 6 fois. Il est à remarquer que l'on observe souvent dans cette famille des coudures dans les parties molles (filament et pendeloque coudés), ce qui indique que l'apparition d'une coudure n'est pas nécessairement liée à une modification osseuse.

6<sup>e</sup> famille. — Elle comprend 5 individus anoures (A) : 2 parents (♂ 574A et ♀ 804A) et 3 descendants, avec rachis se terminant au niveau de la 3<sup>e</sup> vertèbre sacrée. Malgré le nombre limité d'individus, nous mentionnons cette famille comme un exemple rare de l'hérédité uniforme de la longueur du rachis.

On remarquera dans nos Souris anoures le polymorphisme des traumatismes. On observe le plus souvent une mutilation minime, celle de la vertèbre terminale ; quelques cas isolés seulement échappent.

pent à cette règle ; dans tous les autres cas, le rachis se termine par une fraction de vertèbre, ou par une vertèbre comprimée, déformée, etc... ; la présence d'éclats osseux n'est pas rare. En raison de ce fait, l'étude de la transmission héréditaire des grands traumatismes plus rares et apparaissant comme une exagération de ce même phénomène qui existe presque dans tout le stock I devient très difficile. Nous n'y insisterons pas.

En résumé, les résultats de notre étude génétique se trouvent confirmés et complétés par des observations morphologiques sur la partie du stock I où les liens de parenté ont pu être établis. Nous allons voir maintenant ce que donne, à ce point de vue, le stock II, génétiquement plus homogène.

*Stock II.* — L'étude génétique de ce stock a démontré qu'il ne comportait, que des Souris anoures absolues (*Au*) et aucun sub-anoure ; à plus forte raison aucun brachyoure ou normal n'a été enregistré après les croisements intra-familiaux. Croisées avec des Souris normales, les *ultra-anoures* ont donné deux modes de ségrégation : 1) 1 *anoure absolu* : 1 *normal* et 2) 1 *brachyoure* : 1 *normal*. Les mêmes femelles anoures, utilisées pour les croisements avec des mâles normaux différents, ayant donné l'un ou l'autre de ces deux modes de ségrégation, suivant le mâle avec lequel elles étaient croisées, il est tout à fait probable que la caractéristique des descendants a été déterminée, dans ce cas, par la structure génétique du progéniteur normal ( $\sigma$ ).

Les descendants anoures n'ont pas donné de ségrégation après le rétrocroisement avec le parent anoure.

Ces constatations génétiques, plaidant en faveur d'une uniformité assez considérable du stock II, doivent être rapprochées des résultats analogues de notre étude radiographique. D'autre part, la réapparition de la ségrégation, après croisements entre les lignées différentes du stock II, montre qu'il existe une différence génétique, malgré l'uniformité apparente de ces animaux. Nous allons maintenant rechercher, en nous basant sur nos données radiographiques, s'il existe, entre les lignées différentes du stock II, quelque différence dans la structure intime du rachis, qui pourrait être mise en rapport avec leur diversité génétique. La branche I de la lignée XXIX et la lignée *agouti* peuvent nous renseigner là-dessus.

TABLEAU XII

*Répartition des descendants,  
suivant le niveau de l'arrêt de leur rachis.*

| Familles.                    | Vertèbres sacrées |                 |                 |                 | Vertèbres caudales |                | Total |
|------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|-------|
|                              | I                 | II              | III             | IV              | I                  | II à IV        |       |
| Branche I de la lignée XXIX. | 5<br>(18,5 0/0)   | 7<br>(25,9 0/0) | 6<br>(22,2 0/0) | 6<br>(22,2 0/0) | 2<br>(7,4 0/0)     | 1<br>(3,7 0/0) | 27    |
| Lignée Agouti.               | —                 | —               | 1<br>(10 0/0)   | 2<br>(20 0/0)   | 5<br>(50 0/0)      | 2<br>(20 0/0)  | 10    |

I. La branche I de la *lignée XXIX* comprend 29 individus radiographiés, dont 2 progéniteurs initiaux : le ♂ 8857 (cas 157, fig. 139) avec le rachis se terminant au niveau de la 3<sup>e</sup> vertèbre sacrée et qui présentait deux lésions : coudure et raccourcissement des vertèbres par suite d'une compression probable, — et la ♀ 8849 (cas 127, fig. 169), dont le rachis se terminait à la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée et qui présentait une non-soudure des deux parties latérales des vertèbres (fente) et une fracture. On voit ainsi que les signes des traumatismes étaient présents chez les deux parents.

La répartition des 27 descendants, d'après le degré de raccourcissement du rachis, est donnée par le *tableau XII*. Dans la majorité des cas (18 = 66,6 0/0) le rachis se termine entre la 1<sup>re</sup> et la 3<sup>e</sup> vertèbres sacrées, c'est-à-dire, entre les limites de raccourcissement existant chez les deux parents ; dans 6 cas (22,2 0/0), à la 4<sup>e</sup> vertèbre sacrée et il n'y a que trois cas (11,1 0/0), où le rachis se termine au niveau de l'une des deux premières vertèbres caudales. La répartition des descendants de la branche I (la plus nombreuse) de la lignée XXIX présente ainsi une courbe dont le sommet se trouve à la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée (7 cas = 25,9 0/0). Le degré de raccourcissement du rachis a été transmis, dans ce cas, non pas d'une façon intégrale, mais sous forme d'un polygone de variation, dont le mode tombe entre les degrés de raccourcissements caractéristiques des 2 parents ; dans quelques cas le rachis est plus long que chez les parents, l'allongement ne dépassant pas trois vertèbres.

En ce qui concerne la transmission de particularités morphologiques, on constate que 19 descendants sur 27 présentent des anomalies comparables à celles du couple primitif : dans 4 cas (158, fig. 138 et VII E ; 163, fig. 143 ; 169, fig. 149 et 201, fig. 196) des compressions de vertèbres et dans 2 cas (189, fig. 160, VII B et 190, fig. 161) — des coudures du rachis, comme chez le mâle primitif. — Des défauts d'ossification (fente, lacune, transparence de vertèbres) s'observent dans 5 cas (129, fig. 171 ; 144, fig. 125 ; 145, fig. 127 — fentes ; 160, fig. 141 — transparence ; 161, fig. 142 — lacunes) et une fracture, dans 1 cas (143, fig. 175). Les lésions de ce genre ont été signalées chez la

femelle-souche (♀ 8849, cas 127, fig. 169). — 5 cas (128, fig. 170; 130, fig. 115; 131, fig. 116; 132, fig. 117; 142, fig. 174 et VII, A) présentent des lésions combinées (fentes et compressions) des deux parents. En outre, de légères manifestations traumatiques (dernière vertèbre incomplète) sont fréquentes dans les cas qui restent.

Cette branche présente ainsi un exemple de transmission héréditaire de la terminaison du rachis au niveau du sacrum ainsi que de celle de certaines anomalies morphologiques (en comparant les cas isolés sur les figures des planches XII et XIII, on verra à quel point plusieurs d'entre elles se ressemblent).

II. La *lignée Agouti* comporte 11 individus radiographiés dont un progéniteur initial (♂ 21024, cas 195, fig. 166).

Chez ce mâle, le rachis s'arrêtait à la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale et la structure du squelette rachidien était assez nette. La femelle du couple initial (♀ 21894) n'a pas été radiographiée, mais étant proche parente du mâle, elle ne devait pas en différer beaucoup. Chez les 10 descendants (tableau XII) l'arrêt du rachis tombe dans 7 cas (70 o/o) sur les vertèbres caudales, dans 3 cas (30 o/o) sur le sacrum. La distribution des descendants présente de nouveau un polygone dont le sommet se trouve à la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale (50 o/o des cas), comme chez le parent radiographié; la fluctuation en plus ou en moins, porte sur 2 vertèbres. Quant aux particularités structurales, malgré la présence de quelques anomalies, le rachis dans la lignée agouti donne l'impression de plus de rectitude et d'une plus grande régularité que dans la lignée XXIX. Les appendices filamenteux longs et bien viables sont également caractéristiques de cette lignée.

En définitive, l'étude comparative des *lignées XXIX* (branche I) et *agouti* apporte une documentation nette et très démonstrative en faveur de la possibilité de la transmission héréditaire de la longueur du rachis, chaque fois sous forme d'un polygone de variation spécial, dont le mode correspond à la caractéristique des parents et dont les fluctuations ne dépassent pas en général  $\pm 3$  vertèbres. L'existence de ces polygones particuliers dans le cas des *lignées XXIX* et *Agouti* apparaît comme corollaire de leur différence génétique et fournit une base structurale à cette différence. Les Souris de ces deux lignées sont dissemblables phénotypiquement, aussi bien qu'elles le sont génotypiquement, seulement cette dissemblance ne peut être établie par la simple inspection.

III. Une étape ultérieure dans l'étude des *ultra-anoures* est réalisée par leur croisement avec des Souris normales. Nous avons déjà indiqué que la *lignée XXXIII* avait été constituée par les croisements de ♀♀ de la *lignée XXIX* avec des ♂♂ normaux

sauvages et des ♂♂ blancs pris dans une lignée du laboratoire. Le nombre des animaux n'est pas grand, mais il permet néanmoins de voir à quel point les progéniteurs normaux modifient, chez les descendants anoures, le degré de raccourcissement du rachis et la transmission des particularités morphologiques.

Le *tableau XIII* montre que la répartition des anoures suivant la longueur du rachis, se produit dans la *lignée XXIX* d'après un polygone de variation dont le mode correspond à la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée (26,1 0/0); dans la moitié environ du nombre total des cas (47,8 0/0), le rachis se termine au niveau des deux premières vertèbres sacrées et dans 41,3 0/0 sur les deux dernières sacrées; ainsi, il ne reste que 10,8 0/0 de cas où le rachis se termine dans la région caudale.

TABLEAU XIII

*Comparaison de degrés de raccourcissement du rachis  
dans les lignées XXIX et XXXIII.*

| Niveau de terminaison du rachis.                        | Vertèbres sacrées |                  |                 |                  | Vertèbres caudales |                 | Total |
|---------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------|-----------------|-------|
|                                                         | I                 | II               | III             | IV               | I                  | II à IV         |       |
| Nombre et o/o d'individus anoures dans la lignée XXIX.  | 10<br>(21,7 0/0)  | 12<br>(26,1 0/0) | 8<br>(17,4 0/0) | 11<br>(23,9 0/0) | 3<br>(6,5 0/0)     | 2<br>(4,3 0/0)  | 46    |
| Nombre et o/o d'individus anoures dans la lignée XXXIII | 2<br>(10,5 0/0)   | 2<br>(10,5 0/0)  | 4<br>(21,1 0/0) | 5<br>(26,3 0/0)  | 2<br>(10,5 0/0)    | 4<br>(21,1 0/0) | 19    |

La répartition des anoures dans la *lignée XXXIII* (descendants des ♀♀ anoures de la *lignée XXIX* et de ♂♂ *sauvages*, *Saint-Cyr*) se produit également d'après un polygone régulier, mais le mode (26,3 0/0) s'est déplacé cette fois jusqu'à la 4<sup>e</sup> vertèbre sacrée, et il n'y a que 21 0/0 des cas où le rachis se termine aux deux

premières vertèbres sacrées; par contre, on observe ici une augmentation du nombre de rachis se terminant dans la région caudale (31,6 o/o). Les progéniteurs normaux ont, dans ce cas, déterminé un allongement du rachis de leurs descendants anoures, mais ceux-ci sont néanmoins restés anoures. Nous avons déjà rapporté que les Souris sauvages provenant de Banyuls ont donné (souvent, avec les mêmes femelles que les mâles précédents) des normaux et des brachyours, c'est-à-dire que le phénomène d'allongement du rachis dû au progéniteur normal a débordé, cette fois, les limites de l'anourie.

Nous ne possédons pas, dans notre collection, de radiographies de descendants, après croisements *anoure agouti*  $\times$  *normal* (blanc du laboratoire) mais nous avons indiqué dans la partie génétique qu'ils étaient tous normaux. Dans ce cas, l'allongement dû au progéniteur normal a complètement masqué l'anomalie mutationnelle.

La gradation de l'allongement du rachis qui s'est montrée dans cette série d'expériences nous permet de supposer qu'il existe une relation quantitative dans la compensation entre les gènes mutés et leurs allélomorphes normaux.

Nous aborderons maintenant la question de l'influence exercée par les progéniteurs normaux sur la transmission des particularités morphologiques.

Nous avons indiqué plus haut que la terminaison du rachis rappelant celles des espèces anoures (coccyx, pygostyle, etc.) se rencontre plus souvent dans le stock II que dans le stock I (8 cas sur 82 contre 3 cas sur 126). Il y a lieu de remarquer que les 3 lignées du stock II proviennent de croisements de Souris à queue mutée avec des Souris normales. La distribution de ces formes particulières dans le stock II est plus significative encore : Sur 8 cas, 6 tombent sur la *lignée XXXIII* ne comportant que 19 animaux (31,6 o/o).

Nous trouvons ici une terminaison du rachis rappelant le pygostyle (cas 167, fig. 148; 192, fig. 187) et le coccyx (cas 168, fig. 152; 122, fig. 180; 193, fig. 165; 205, fig. 193).

Cette accumulation, dans la *lignée XXXIII*, des cas qui rappellent les formes caractéristiques des espèces anoures actuelles, suggère le rôle probable des croisements entre les animaux mutés et les normaux dans la stabilisation des mutations au cours de l'évolution. Le problème est trop complexe et trop peu étudié pour y insister davantage ici.

En définitive, la comparaison entre les données génétiques et les données morphologiques de nos recherches, amène à un résultat convergent, et nous permet d'en déduire l'idée que les variations de la longueur du rachis et certaines particularités morphologiques présentées par notre mutation sont héréditaires, et qu'elles révèlent, par conséquent, l'existence dans le plasma germinatif de mécanismes génétiques spéciaux en ce qui concerne les détails de la structure de la queue.

---

## CHAPITRE XIV

### DISCUSSION DES RÉSULTATS OBTENUS

Les investigations qui font la base du présent travail ont été effectuées par deux méthodes : méthode radiographique (au moyen des rayons X) et méthode génétique. Les documents fournis par ces deux séries de recherches se complètent mutuellement. Nous nous proposons maintenant de confronter les résultats obtenus avec ce qui était connu sur ce sujet auparavant, en discutant d'abord l'anourie mutationnelle, puis en cherchant à en dégager ensuite quelques indications générales concernant l'origine de l'anourie spécifique.

#### I. — ANOURIE MUTATIONNELLE

Les animaux sans queue sont apparus spontanément dans différentes espèces et ce phénomène a toujours excité la curiosité des savants. Plusieurs théories ont été émises pour son explication. La théorie mécanique (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, DARESTE) mettait en cause les annexes embryonnaires. Elle a été critiquée par FORGEOT (1902), RABAUD (1905) et SALMON (1908), qui ont montré le faible rôle de l'amnios comme facteur tératologique. La théorie de la transmission héréditaire d'une mutilation (ZACHARIAS, 1887-1899, DINGFELDER, 1887-1889, TIETZ, 1889, etc.) a dû être abandonnée à la suite des recherches de WEISMANN (1889), BOS (1891), ROSENTHAL (1891) et PLATE (1913), qui ont démontré, en coupant les queues à des Souris et à des Surmulots, que la mutilation ne se transmettait pas par hérédité. La théorie pathologique (CHARRIN et GLEY, 1885) attribuait l'origine de l'anomalie à l'intervention des toxines. L'apparition spontanée d'animaux anoures et brachyours sans aucune

intervention connue des facteurs externes a permis d'abandonner cette théorie comme les autres.

Les études récentes (voir la partie historique) des cas d'anomalie de la queue, aussi bien chez la Souris que dans les autres espèces, ne laissent actuellement de place, pour l'explication de leur origine, qu'à la théorie mutationnelle.

Nos 208 radiographies de Souris anoures présentent des renseignements ostéologiques beaucoup plus variés que celles obtenues par une dissection simple chez les Chiens, les Chats et les Souris anoures. Toutefois les auteurs précédents (ANTHONY, 1899 ; KENNEL, 1901 ; BERG, 1912 et VALLOIS, 1924) ont trouvé des synostoses, plus ou moins étendues, des vertèbres terminales, et le raccourcissement des vertèbres, c'est-à-dire les phénomènes superposables à ceux qui sont extrêmement fréquents dans nos stocks. Ceci nous amène à l'hypothèse que les faits morphologiques établis sur les Souris anoures, loin d'être une caractéristique exclusive de notre mutation, représentent des manifestations générales, apparaissant chaque fois, quand une mutation *queue raccourcie* ou *absente* surgit dans une espèce. Il est vrai que nos animaux, outre les lésions trouvées chez les autres espèces, en présentent beaucoup d'autres, paraissant résulter de traumatismes graves (luxations, fractures, torsions, compressions, etc.). Mais n'est-ce pas là une simple exagération du phénomène qui reste au fond toujours le même, exagération qui rend perceptible cette perturbation dans le plasma germinatif qui en est la base ?

Presque toutes les lésions constatées chez nos Souris anoures ont déjà été révélées par la même méthode radiographique chez les Souris brachyoures (DOBROVLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, KOBOZIEFF et VÉRÉTENNIKOFF, 1934), et la nature essentiellement mécanique de beaucoup d'entre elles a déjà été mise en évidence.

Les données obtenues sur les Souris brachyoures ont permis de présumer un grand degré de précision dans la transmission des anomalies parentales aux descendants. Ainsi, la longueur de la queue se transmet le plus souvent avec une variation n'excédant pas  $\pm 3$  vertèbres ; les formes particulières de la brachyourie, telles que « *bout étiré* », « *queue coudée* », « *queue enroulée* » (*Escar-got*, *hélice*, *faucille*), « *tendance à l'interruption du squelette* », se sont montrées également transmissibles, non pas intégralement,

mais comme types d'altération, et admettant un certain degré de variation.

Les recherches actuelles n'ont révélé aucun fait qui soit en contradiction avec les notions établies sur les brachyours. Au contraire, les données morphologiques et génétiques, obtenues par l'étude des Souris anoures, les ont confirmées ; elles ont apporté, en outre, des preuves nouvelles et précises en faveur de l'existence d'un mécanisme génétique très différencié, contrôlant la transmission héréditaire du degré de raccourcissement du rachis et de certaines particularités structurales. Ainsi, il a été démontré que les anoures reparaissent les plus nombreux, après croisements où les parents ne possèdent pas de vertèbres caudales. L'étude des familles consanguines d'anoures a révélé que la répartition des descendants suivant la longueur du rachis s'inscrit en un polygone, dont le mode est déterminé par le degré de raccourcissement du rachis chez les parents (*tableaux XII-XIII*).

LIENHART (1932), en étudiant le comportement génétique, chez les Chiens à queue raccourcie (race Epagneul français), a constaté également une dépendance étroite entre la fréquence des descendants anoures et le degré de raccourcissement du rachis chez les parents.

Cela nous ramène à l'hypothèse de la validité, pour d'autres espèces, de règles établies sur les Souris anoures, et soulève la question de savoir, quelle est la nature de ces phénomènes. Le caractère strictement héréditaire de l'anomalie de la queue, en cause, son comportement comme celui d'un caractère mendélien dominant et létal, conduisent immédiatement à éliminer l'hypothèse d'un accident au cours du développement embryonnaire et rendent légitime la localisation de la cause du phénomène dans le plasma germinatif. Du moment que le niveau de l'arrêt du rachis et certaines particularités structurales (*pendeloque, cône filament*, etc.) qui accompagnent la suppression de la queue sont susceptibles d'être reproduites par les générations successives, les variations de cette mutation doivent également avoir leur empreinte dans le plasma germinatif.

DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (1928) a avancé l'hypothèse que la dite mutation, présentant une variabilité toute spéciale, aurait, à sa base, un gène complexe, composé lui-même d'une série de gènes élémentaires qui, en se groupant de façons variées, détermineraient

la transmission héréditaire de certaines formes particulières. Cette façon de comprendre la structure du gène a été admise par beaucoup de généticiens (CORRENS 1919, ANDERSON 1921, EMERSON 1922, EYSTER 1924, THOMSON 1925, DAVENPORT 1925, DEMEREC 1927, etc.).

Une hypothèse analogue a été soutenue par DUBININ (1929, 1932), SEREBROVSKY (1930) et AGOL (1930), pour la variation des soies chez la *Drosophila melanogaster* (mutation « *scute* »). D'après ces auteurs, le gène « *scute* » n'est pas une unité simple, mais consiste en une série de « sub-gènes », disposés en un ordre linéaire.

Cette hypothèse de « *gène complexe* » aurait pu rendre compte de la diversité de formes présentée par notre mutation, mais la génétique contemporaine s'oppose à cette conception. Tenant compte de la tendance actuelle à considérer le gène, comme un élément ultime de l'hérédité, une autre hypothèse a été avancée (DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA, KOBOZIEFF, VÉRÉTENNIKOFF, 1934) assimilant le phénomène que nous étudions à une mutation chromosomique, du type de *déficience* (« *section deficiency* » de BRIDGES, 1917), ou « *deletion* » de MULLER, 1929). Les raisons pour lesquelles cette assimilation est admissible ont été longuement discutées dans le travail qui vient d'être cité, nous nous bornerons ici à un bref résumé.

Il a été remarqué (BRIDGES 1917, MULLER et PAINTER 1929, MOHR 1923, DOBZHANSKY 1929, etc.) que les mutations dominantes et létales, dans beaucoup de cas, sont plutôt des mutations chromosomiques que factorielles. Le phénomène consiste, comme on sait, en une solution de continuité dans un chromosome et dans le transport de fragments de celui-ci, leur échange entre divers chromosomes ou la perte définitive de ceux de ces fragments qui n'ont plus de liaison avec une fibre du fuseau.

La nature essentiellement mécanique du phénomène ne se trouve-t-elle pas concorder de façon surprenante avec les constatations morphologiques (traumatismes divers) produits à l'aide de rayons X chez nos Souris à queue mutée ? Le problème est trop peu élucidé pour être résolu sans recherches ultérieures, mais, dès à présent, on peut affirmer que le signe *T*, symbolisant la mutation « *queue raccourcie ou absente* », ne suffit pas à lui seul pour rendre compte de toute la complexité du phénomène. Il doit y avoir beaucoup de facteurs supplémentaires (« *modifying factors* ») responsables des modalités de cette mutation et, par conséquent, autant d'allélomorphes correspondants pour les détails de la structure d'un

organe comme la queue. Il suffit de rappeler cette différenciation génétique nette, qui existe entre l'anourie de la *lignée XXIX* et l'anourie de la *lignée Agouti* ; non moins surprenante est la différence structurale respective, précisée par l'étude radiographique.

Suivant la terminologie proposée par N. DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (1933), ces deux anouries pourraient être symbolisées de la façon suivante : *lignée XXIX Tv — 3* et *lignée Agouti Tv1* : pour ne pas introduire de lettres nouvelles (*vo* ayant été proposé pour l'absence de vertèbres caudales), nous symbolisons par *v — 3*, l'arrêt du rachis sur la 2<sup>e</sup> vertèbre sacrée (mode du polygone de la *lignée XXIX*) et le symbole *v1*, signifie l'arrêt du rachis sur la 1<sup>re</sup> vertèbre caudale (mode du polygone de la *lignée Agouti*).

Il serait très désirable de vérifier ces notations sur un plus grand nombre d'observations.

Il a déjà été signalé que l'apparition de l'anourie mutationnelle dans les autres espèces est accompagnée de manifestations morphologiques rappelant certaines altérations observées sur nos Souris ; son comportement génétique semble se présenter également (de VILMORIN, 1913), dans ces cas, comme chez la Souris, c'est-à-dire sous forme d'un caractère dominant et létal. Cette similitude de manifestation rend admissible une certaine généralisation des considérations émises au sujet de l'anourie chez la Souris. N'y aurait-il pas, en effet, à la base de toute l'anourie mutationnelle, une perturbation chromosomique du type de déficience ?

## II. — ANOURIE SPÉCIFIQUE

Nous allons maintenant voir s'il y a quelques traits de ressemblance entre l'anourie survenue par mutation et l'anourie constante de certaines espèces réalisée au cours de l'évolution.

En effet, les phénomènes morphologiques révélés chez nos Souris anoures présentent certaines analogies avec ceux trouvés chez les espèces naturelles normalement anoures. Tout d'abord, nous avons constaté une variation assez considérable du nombre de vertèbres conservées (chez nos anoures de 1 sacrée à 7 caudales). Une variation analogue s'observe non seulement parmi des espèces anoures, de proche parenté, mais parfois également à l'intérieur d'une seule

espèce. Ainsi, parmi les Marsupiaux, *Pteropus edwardsi*, *P. fuscus* n'ont aucune vertèbre caudale, tandis que *Phyllostoma lilium* en a 1 et *Pteropus crypturus* 3; parmi les Edentés anoures, la variation du nombre de vertèbres, oscille entre 5 et 8 vertèbres caudales

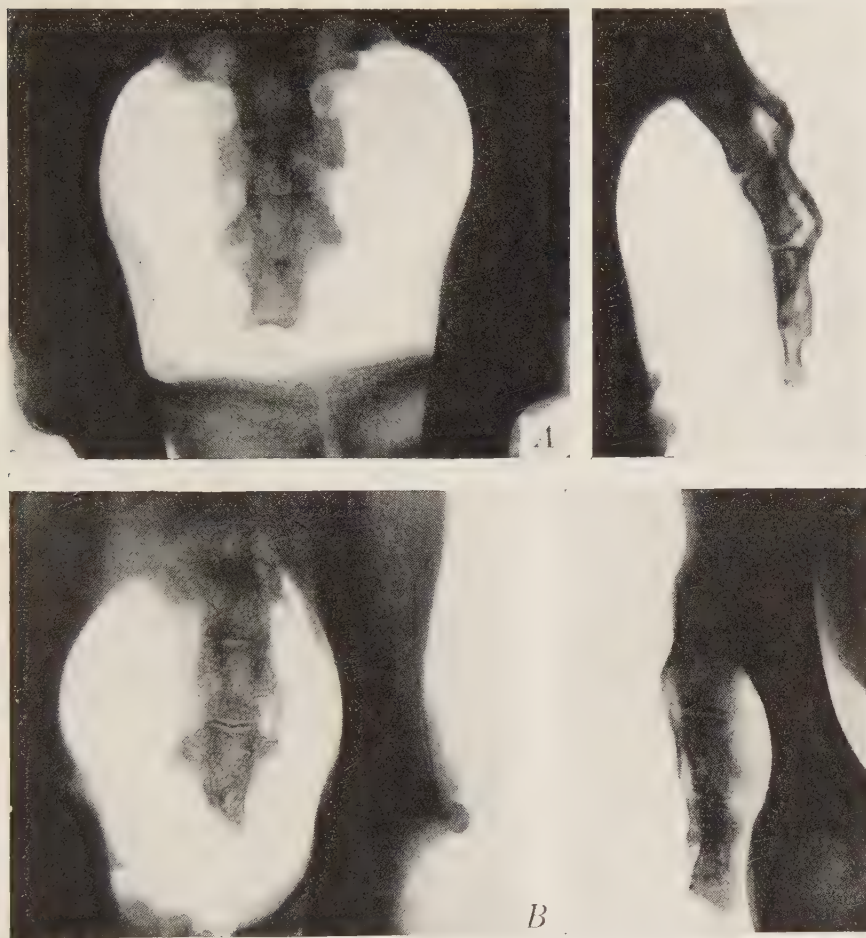


Fig. XI. — Radiographies de la région caudale de deux *Macacus sylvanus* d'Algérie (face et profil) : grandeur naturelle 3 vertèbres caudales (spécimen supérieur A), 2 1/2 vertèbres caudales (spécimen inférieur B).

(*Cholæpus didactylus*, 5 vertèbres caudales, *C. hofmanni* et *Brady-pus cuculiger*, 6 et *B. tridactylus*, 8).

La variation du degré de raccourcissement du rachis à l'intérieur d'une espèce s'observe chez l'Orang-Outang : FLOWER (1885) compte chez lui 4 vertèbres caudales ; par contre BATESON (1894), en étudiant six spécimens, trouve : 1 vertèbre (2 cas), 2 vertèbres (3 cas) et 3 vertèbres (1 cas). De même, chez le Chimpanzé, FLOWER (1885) compte 4 vertèbres caudales ; BATESON, de 2 à 4 et même 6 vertèbres caudales.

Nous avons eu l'occasion de radiographier 2 spécimens de bassin de *Macacus sylvanus* (fig. XI) <sup>(1)</sup>. Le premier (fig. A) présente 3 vertèbres caudales, dont les deux dernières sont soudées ; la dernière, quoique de grandeur normale, ne possède pas d'apophyses transverses ; le second (fig. B) comprend deux vertèbres caudales et demie, les deux dernières étant soudées. La terminaison de la dernière demi-vertèbre, privée également d'apophyses, est pointue et ressemble de près à ce que l'on voit si souvent chez nos Souris. FLOWER compte, chez *M. sylvanus*, 4 vertèbres caudales. Il est tout à fait probable qu'il y en ait autant et même davantage (2<sup>e</sup> cas, fig. B) dans nos spécimens, mais alors les premières vertèbres caudales se trouveraient incorporées par fusion au sacrum. Outre la variation du nombre de vertèbres caudales (3 et 2 1/2), nos deux spécimens du rachis de *Macacus sylvanus* présentent encore trois points comparables à ce que l'on trouve chez les Souris anoures : 1<sup>o</sup> fractionnement de la dernière vertèbre caudale ; 2<sup>o</sup> soudure de vertèbres normalement libres et 3<sup>o</sup> perte d'apophyses.

La terminaison de la partie distale du rachis, chez les Oiseaux et les Batraciens, sous forme de pygostyle ou d'urostyle (plusieurs vertèbres soudées) se retrouve de façon analogue chez nos Souris (cas 167, fig. 148 ; 192, fig. 187).

BRAUN (1882), chez l'embryon de Mouton et BONNET chez celui du Porc, ont constaté une fusion des dernières vertèbres caudales en une seule pièce. Ces auteurs admettent que la disparition de la queue s'effectue par la fusion des dernières vertèbres. BERG (1912) en se basant sur son matériel (Chiens), dit qu'il s'y effectue, en outre, une perte réelle de la matière vertébrale.

En effet, il est fort douteux (comme cela a été également signalé par VALLOIS, 1924) que, chez les Souris anoures absolues (dont

(<sup>1</sup>) Ils nous ont été fournis grâce à l'amabilité de M. le professeur R. COURRIER, à qui nous exprimons ici notre profonde gratitude.

parfois le rachis se termine à la 1<sup>re</sup> vertèbre sacrée), la dernière vertèbre représente 33 vertèbres soudées.

Chez l'Homme, on signale également une variabilité du niveau de l'arrêt du rachis. LE DOUBLE compte, chez l'adulte, de 3 à 5 vertèbres coccygiennes, chez l'enfant parfois jusqu'à 6 et chez l'embryon, jusqu'à 9.

Le coccyx de l'Homme, à part cette variabilité numérique de vertèbres, présente également une diminution progressive vers l'extrémité distale et, suivant LE DOUBLE (1912), la dernière vertèbre coccygienne est souvent moins ossifiée que les autres. Des faits analogues se rencontrent chez les Souris anoures.

On sait que l'Homme possède un promontoire, qui n'est autre chose qu'une coudure du rachis. Or, l'une des Souris radiographiées (cas 194, fig. 188) présente une coudure dans la région lombosacrée, qui rappelle d'une façon surprenante le promontoire.

L'hypothèse que l'Homme et les Anthropoïdes descendent d'ancêtres caudés, trouve son appui dans le fait de la présence chez l'embryon des vertèbres surnuméraires, et dans la réapparition tératologique de l'appendice caudal. Ces appendices caudaux ont déjà été observés de nombreuses fois. BARTELS (1884) en a réuni 116 cas authentiques. Le plus souvent, ce sont des formations molles, sans squelette ni muscles, mais il y a des cas où l'on trouve quelques ébauches de vertèbres, ou de muscles.

Ainsi BRAUN (1881) a trouvé par palpation, chez un soldat esthonien, des formations vertébrales proéminentes dans la région coccygienne.

LISSNER (1885) a constaté, chez une fillette nouveau-née une pièce solide, comparable à une phalange de doigt qui prolongeait le rachis; 12 ans plus tard, cet appendice caudal atteignait 12 cm. 5 de longueur et il contenait des parties solides.

Le premier cas est comparable à nos Souris à rudiment de queue osseux et le second, aux Souris brachyoures.

R. G. HARRISON (1901) a constaté, chez un enfant nouveau-né, une queue de 4 cm. 4 qui était susceptible de mouvements, surtout au moment où l'enfant poussait des cris. A l'âge de 6 mois, cet enfant a été opéré; la queue enlevée était alors longue de 7 centimètres, et l'on y a trouvé du tissu conjonctif, des vaisseaux sanguins, des nerfs et des muscles, mais pas de trace de vertèbres.

Un autre cas, signalé par HOWES, 1889 (fig. XII), concerne un

garçon de 10 ans, qui présentait une queue longue de 25 centimètres; elle ne contenait aucune partie squelettique. Indiquons encore un cas décrit plus récemment par Rostock (1926); il est représenté



Fig. XII. — Enfant de 10 ans avec un appendice caudal sans squelette (d'après HOWES, 1889).

sur la figure XIII. Il s'agit d'un appendice mou, contourné en spirale, et dont le point d'attache est situé assez haut (au niveau des épines iliaques antérieures).

Cette apparente absence de liaison de certains de ces appendices caudaux avec la colonne vertébrale, et l'absence de tout cas de queue ayant un développement et une



Fig. XIII. — Appendice caudal mou, tordu chez une fillette (cas de ROSTOCK, 1926).

structure normale, sont les raisons pour lesquelles plusieurs auteurs (KOHLBRUGGE 1898, ZERNOFF 1901) refusent à ces formations toute signification atavique.

A la lumière des faits révélés par notre mutation, cette dernière opinion n'est plus soutenable.

Les appendices mous, sous forme de filament sans squelette, sont extrêmement répandus chez nos Souris anoures; les pendeloques, qui contiennent souvent quelques vestiges osseux, sont beaucoup plus rares, mais elles peuvent être considérées comme analogues à certains appendices caudaux humains ayant présenté quelques ébauches vertébrales. Comme nous l'avons mentionné précédemment, leur dépendance directe du rachis chez la Souris n'est pas non plus

très constante et ils peuvent être situés très haut comme le montre le cas 158 (fig. 138), où la queue filamenteuse se projette sur le bassin. Néanmoins, l'origine caudale de cette formation ne laisse aucun doute. On voit très souvent ces formations filamenteuses terminer les queues courtes chez les Souris brachyours, et elles portent la même annelure que les queues normales. Tantôt droites, tantôt ondulées ou coudées, les queues filiformes de nos Souris reproduisent en miniature, mais avec beaucoup de ressemblance, les queues humaines, et il serait malaisé de ne pas les considérer comme leurs homologues. La queue normale du Porc se termine également par un segment sans squelette, analogue aux terminaisons filiformes chez nos Souris brachyours.

Tout ce qui a été dit plus haut fait ressortir la ressemblance qui existe entre l'anourie spécifique et l'anourie mutationnelle. A part quelques traits morphologiques communs, c'est surtout l'instabilité de la région caudale qui est caractéristique, même pour les espèces anoures considérées comme stables. Du moment que nous attribuons l'origine de l'anourie mutationnelle à une aberration chromosomique, il semble logique de penser à la même hypothèse pour l'explication de l'anourie normale réalisée au cours de l'évolution. Mais il y a cependant une objection importante à faire : les mutations chromosomiques sont généralement létales, et l'anourie mutationnelle se manifeste chez les différentes espèces, comme un caractère léthal, ce qui se traduit par le retour constant aux formes caudées.

La variabilité marquée du nombre de vertèbres coccygiennes chez l'adulte, les vertèbres coccygiennes surnuméraires chez l'embryon, ne sont-ils pas des signes d'une perturbation chromosomique relativement récente concernant cette région ? La réapparition rare de vestiges caudaux chez l'homme ne peut-elle être considérée comme un témoignage lointain d'une léthalité surmontée au cours des âges ? La voie par laquelle cette léthalité aurait pu être surmontée ne semblerait-elle pas indiquée par l'apparition des ultra-anoures dans nos élevages de Souris ?

En effet, les Souris anoures (*Au*) du stock II, par leur reproduction sans ségrégation à l'intérieur de chaque lignée, se rapprochent des espèces anoures naturelles ; les unes et les autres fournissent, en outre, des descendants peu nombreux. Etant donné que l'absence de ségrégation chez les ultra-anoures est due à l'intervention de

gènes létaux compensés qui suppriment deux classes d'homozygotes et ne laissent subsister que les hétérozygotes, il est probable que les espèces anoures naturelles, avant d'être stabilisées, ont pu subir également l'intervention de gènes létaux. On peut supposer que la manifestation de la létalité ait été annulée, au cours des longues périodes d'évolution, par l'établissement d'un équilibre chromosomique nouveau dans le plasma germinatif, mais le mécanisme de cet équilibre nous échappe encore complètement.

Des études ultérieures de cas exceptionnels, comme celui des Souris anoures, sont encore nécessaires. Nous pouvons terminer cette discussion en nous référant aux paroles du professeur CAULLERY : « les mécanismes biologiques étant à la fois d'une délicatesse et d'une complexité merveilleuses, nous n'arrivons à les pénétrer qu'en les examinant dans une série de cas exceptionnels, où leur perfection habituelle est en défaut, ce qui revient à les démonter ou au moins à en isoler quelques éléments ».

### CONCLUSIONS

1° La mutation *queue raccourcie* ou *absente* étant dominante et létale, la ségrégation des descendants se produit d'après la formule mendélienne réduite  $2 : 1$  ; du moment que cette formule s'est montrée valable pour tous les degrés de raccourcissement du rachis et pour toutes les variations morphologiques, il doit y avoir un principe commun contrôlant cette mutation en totalité ; nous conservons pour sa désignation le symbole  $T$ , généralement adopté.

2° Le degré de raccourcissement du rachis s'est montré transmissible par hérédité, la répartition des descendants ayant lieu sous forme d'un polygone de variation, dont le mode correspond à la caractéristique des parents ; nous l'utilisons pour symboliser ce fait (p. ex.  $Tv-3$  pour la lignée XXIX et  $Tv 1$  pour la lignée Agouti).

3° Le niveau de la terminaison du rachis et certaines particularités morphologiques sont susceptibles de sélection (homogénéité plus marquée des lignées isolées du stock II, en comparaison avec le stock I).

4° Il existe une action délétère postnatale du gène létaux ; elle se manifeste par une mortalité exagérée des petits en bas âge et cette

mortalité est d'autant plus élevée que le raccourcissement du rachis chez les parents est plus prononcé.

5° L'élevage témoin de Souris normales, — aussi bien celles descendant des Souris mutées, que celles ayant une autre origine, — n'a (pendant dix ans) donné aucune mutation caudale.

6° La dissection des utérus gravides a permis de restituer la formule complète de ségrégation  $1 : 2 : 1$  ; un des groupes homozygotes étant constitué par les fœtus avortés.

7° La présence d'embryons abortifs dans les utérus après les croisements *anormal*  $\times$  *normal* est probablement due à un déséquilibre entre les deux allélomorphes, rendant l'effet de l'allélomorphe normal insuffisant pour neutraliser l'action délétère du gène létal. La provenance des Souris normales (*Nou* ou *Nm*) ne semble jouer dans notre élevage aucun rôle dans la formation d'embryons létaux. L'absence d'embryons abortifs était constante dans les croisements *normal*  $\times$  *normal*.

8° La distribution des sexes, quel que soit le type de croisement (*anormal*  $\times$  *anormal*, ♂ *anormal*  $\times$  ♀ *normale* et vice-versa, *normal*  $\times$  *normal*) s'est trouvée toujours dans des limites correspondant à la formule  $1 : 1$ . Par conséquent, la mutation *queue absente* ou *raccourcie* n'est pas liée au sexe.

9° Les ultra-anoures (*Au*) du stock II se reproduisent sans ségrégation au sein de chaque lignée, grâce probablement à l'intervention de gènes létaux compensés. Les Souris anoures de la lignée *XXIX* et celles de la lignée *Agouti* possèdent une caractéristique morphologique et génétique propre à chaque lignée.

10° La mutation *queue absente* ou *raccourcie* doit être classée, d'après l'état actuel de nos connaissances, parmi les mutations chromosomiques du type *déficience*. L'anourie, chez les autres espèces normalement caudées (Chat, Chien, etc.), est semble-t-il de la même origine.

11° Les faits constatés pour l'anourie mutationnelle ont été confrontés avec des manifestations diverses observées chez les espèces anoures naturelles, et des analogies frappantes ont été mises en évidence. Cela rend plausible l'hypothèse que les espèces anoures ont dû leur origine à des remaniements chromosomiques.

12° La létalité caractéristique des mutations chromosomiques a pu être surmontée, au cours des âges, chez les espèces anoures naturelles, par l'intervention des gènes létaux compensés.

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1925. — ABERLE (S. B. de). — Hereditary anemia in mice and its relation to dominant spotting. *Amer. Nat.*, **59**, pp. 327 à 335.
1927. — — A study of the hereditary anæmia of mice. *Amer. Journ. Anat.*, **40**, pp. 219 à 247.
1930. — AGOL (I. J.). — Evidence of the divisibility of the gene; abstract. *Anat. Rec.*, **47**, p. 385.
1921. — ANDERSON (E. G.). — Rapport verbal at the *Toronto meeting of Amer. Ass. for Adv. of Sc.*, December 28.
- 1899a. — ANTHONY (R.). — Sur une chatte anoure de l'île de Man. *Soc. d'agric., sciences et indust. de Lyon* (sér. 2), **7**, pp. 41 à 50.
- 1899b. — — Considérations anatomiques sur la région sacro-caudale d'une chatte appartenant à la race dite « anoure » de l'île de Man. *Bull. Soc. Anthr. de Paris* (sér. 4), **10**, pp. 303 à 310.
1924. — BAGG (H. J.) et LITTLE (C. C.). — Hereditary structural defects in the descendants of mice exposed to Röntgen rays irradiation. *Amer. Journ. Anat.*, **33**, pp. 119 à 145.
1927. — BAMBER (R. C.). — Genetics of Domestic cats. *Bibl. Genet.*, **3**, pp. 1 à 83.
1884. — BARTELS (M.). — Die geschwänzten Menschen. *Arch. f. Anthr.*, **15**, pp. 45 à 231.
1894. — BATESON (M.). — Materials for the study of variation. Londres, Macmillan and Co, éd.
1912. — BERG (W.). — Ueber stummelschwänzige Katzen und Hunde. *Zeit. f. Morph. u. Anthr.* Sonderheft II, pp. 227 à 267.
1893. — BLANC (L.). — Les anomalies chez l'Homme et les Mammifères. Paris, Baillière, éd.
1917. — BLANK (E.). — Die Knickschwänze der Mäuse. *Arch. f. Entwickl. — Mech. d. Org.*, **42**, pp. 333 à 406.
1889. — BONNET. — Die stummelschwänzigen Hunde im Hinblick auf die Vererbung erworbener Eigenschaften. *Verh. der anat. Ges.*, *Anat. Anz.*, **3**, p. 584.
1891. — BOS (J.). — Zur Frage der Vererbung von Traumatismen. *Biol. Centralbl.*, **11**, p. 734.
1881. — BRAUN (M.). — Ein Fall von Schwanzbildung bei einem Erwachsenen. *Zool. Anz.*, **4**, pp. 114 à 115.
1882. — — Entwicklungsvorgänge am Schwanzende bei einigen Säugetieren mit Berücksichtigung der Verhältnisse beim Menschen. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.*, pp. 207 à 241.
1926. — BROOKE (H. C.). — Hairless mice. *Journ. of Hered.*, **17**, pp. 173 à 174.
1917. — BRIDGES (C. B.). — Deficiency. *Genetics*, **2**, pp. 445 à 465.
- 1874-1900. — BRONN'S (H. G.). — Klassen und Ordnungen des Thier Reichs, VI Vertebrata.
1766. — BUFFON. — Histoire naturelle, générale et particulière, **14**, p. 322.

1910. — CASTLE (W. E.) et LITTLE (C. C.). — On modified mendelian ratio among yellow mice. *Science*, **32**, pp. 868 à 870.
1931. — CAULLERY (M.). — Le problème de l'évolution. Paris, Payot, éd.
1933. — — Les conceptions modernes de l'Hérédité (Lecture à la séance publique des Cinq Académies de l'Institut (24 octobre 1933) et *Revue de France*, 15 déc. 1933.
- 1895<sub>a</sub>. — CHARRIN (A.) et GLEY (E.). — Difformités congénitales expérimentales. *C. R. Soc. de Biol.*, **95**, p. 705.
- 1895<sub>b</sub>. — — A propos de l'influence de l'infection sur la descendance. *Ibid.*, p. 727.
1932. — CHESLEY (P.). — Lethal action in the short-tailed mutation in the house mouse. *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, **29**, pp. 437 à 438.
1935. — Development of the short-tailed mutant in the house mouse. *J. Exp. Zool.*, **70**, p. 429 à 460.
1934. — CLARK (F. H.). — Linkage of brachyury (short tail) in the house Mouse. *Proc. Nat. Ac. Sc. U. S. A.*, **20**, n° 5, pp. 276 à 279.
1915. — CONROW (S. B.). — Taillessness in the rat. *Anat. Rec.*, **9**, pp. 777 à 784.
1917. — — Further Observations on taillessness in the Rat. *Ibid.*, **12**, pp. 155 à 159.
1917. — CONSTANTINOVITCH. — Cité d'après PIRAUD (G.).
1895. — CORNEVIN (C.) et LESBRE (F.). — Mémoire sur les variations numériques de la colonne vertébrale et des côtes chez les mammifères domestiques. *Recueil de médecine vétérinaire*, p. 274.
1919. — CORRENS (C.). — Vererbungsversuche mit buntblättrigen Sippen. I. *Capsella Bursa pastoris albobariabilis und chlorina. Sitzungsher d. Preuss. Akad. d. Wiss.*, **34**, pp. 585 à 610; *Ges. Abh.*, pp. 965 à 988.
1908. — CORSY (F.). — Absence congénitale de la queue chez un rat. *C. R. Soc. de Biol.*, **64**, p. 987.
1931. — CREW (F. A. E.) and MIRSKAIA (L.). — The character « hairless » in the mouse. *Journ. Genet.*, **25**, pp. 17 à 24.
1905. — CUÉNOT (L.). — Les races pures et leurs combinaisons chez les Souris (4<sup>e</sup> note). *Arch. Zool. exp.* (4<sup>e</sup> sér.), **3**; N. et R., pp. CXXIII à CXXXII.
1908. — — Sur quelques anomalies apparentes des proportions mendéliennes (6<sup>e</sup> note). *Arch. Zool. exp.* (4<sup>e</sup> sér.), **9**; N. et R., pp. VII à XV.
1928. — — Génétique des Souris. *Bibl. genet.*, **4**, pp. 179 à 242.
1932. — — La genèse des espèces animales. Félix Alcan, éd.
1914. — DAIBER (M.). — Cité d'après LANG, 1914.
1927. — DANFORTH (C. H.). — Hereditary adiposity in mice. Briefly reported in the *Anat. Rec.*, 1925, **29**, p. 29; *Journ. of Hered.*, **18**, pp. 153 à 162.
1868. — DARWIN (Ch.). — Animals and Plants under domestication. Murray, London.
1906. — DAVENPORT (C. B.). — Inheritance in poultry. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, n° 52, pp. 1 à 134.
1909. — — Inheritance of characteristics in Domestic Fowl. *Publ. Carnegie Inst.*, n° 121, p. 370.
- 1925-26. — — Annual report. Department of Genetics. *Carnegie Inst. Publ. Year book*, n° 25, pp. 29 à 59.
1927. — DEMEREC (M.). — The behavior of mutable genes. *Verhandlungen des V. Internat. Congr. f. Vererb. Berlin, 1927. Supplement band I der Zeits. f. ind. Abst.-u. Vererbungs.*, 1928, pp. 183 à 193.
1904. — DEROCQUE (P.) et GADEAU DE KERVILLE (H.). — Note sur un tout jeune

- chien monstrueux (célosomien hémimèle anoure). *Bull. de la Soc. des amis des sc. nat. de Rouen*, **40**, p. 201.
1923. — DETLEFSEN (J. A.). — A lethal type in mice which may live for a few days after birth. *Anat. Rec.*, **24**, p. 417.
- 1888-1889. — DINGFELDER (J.). — Beitrag zur Vererbung erworbener Eigenschaften. *Biol. Centrbl.*, **7**, 1887 et **8**.
- 1927<sup>a</sup>. — DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (N.). — Etude sur les effets produits par les rayons X dans le testicule de la Souris. *Arch. d'Anat. micros.*, **23**, pp. 396 à 438.
- 1927<sup>b</sup>. — — Brachyurie accompagnée de coudures et « structure génétique » de la queue chez la Souris. *C. R. Soc. de Biol.*, **97**, pp. 1583 à 1585.
- 1927<sup>c</sup>. — — Une nouvelle mutation « bout flexible » de la queue chez la Souris. *Ibid.*, pp. 1585 à 1587.
- 1928<sup>a</sup>. — — L'irradiation des testicules et l'hérédité chez la Souris. *Arch. de Biol.*, **38**, pp. 457 à 501.
- 1928<sup>b</sup>. — — Nouvelles mutations du type hélicoïde de la queue chez la Souris. *C. R. Soc. de Biol.*, **98**, pp. 1304 à 1306.
- 1928<sup>c</sup>. — — Contribution à l'étude de la structure génétique d'un organe. *Ibid.*, **99**, pp. 1140 à 1143.
- 1928<sup>d</sup>. — — Sur une souche de Souris présentant une mutabilité insolite de la queue. *C. R. Ac. Sc. Paris*, **187**, pp. 615 à 617.
1929. — — The problem of species in view of the origin of some new forms in mice. *Biol. Reviews*, **4**, pp. 327 à 351.
1930. — — Les bases biologiques d'une nouvelle conception de la vie. *Revue philosoph. de la France et de l'Etranger*, **2**.
1932. — — Tail mutation in mice. *Proc. VI, Intern. Congr. Genet.*, **2**.
- 1933<sup>a</sup>. — — Preliminary symbols for a tail mutation in mice. *Amer. Nat.*, **67**, pp. 186 à 188.
- 1933<sup>b</sup>. — — Heredity of cancer susceptibility in mice. *Journ. of Genet.*, **27**, pp. 181 à 198.
- 1927<sup>a</sup>. — DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (N.) et KOBOZIEFF (N.). — Sur la reproduction des Souris anoures. *C. R. Soc. de Biol.*, **97**, pp. 116 à 118.
- 1927<sup>b</sup>. — — Sur une nouvelle mutation de la queue « queue filiforme » chez la Souris. *Ibid.*, **97**, pp. 1140 à 1142.
1928. — — Suspension du développement embryonnaire d'une vertèbre dans la queue de Souris et les mutations qui en résultent. *Ibid.*, **98**, pp. 1301 à 1303.
- 1930<sup>a</sup>. — — « Cône-filament » et « pendeloque », deux mutations opposées de la queue chez la Souris. *Ibid.*, **104**, pp. 969 à 971.
- 1930<sup>b</sup>. — — Sur le facteur léthal accompagnant l'anourie et brachyurie chez la Souris. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **191**, pp. 352 à 355.
- 1932<sup>a</sup>. — — Terminaison sus-pelvienne de la colonne vertébrale chez les Souris adultes sans queue. *C. R. Soc. de Biol.*, **109**, pp. 346 à 348.
- 1932<sup>b</sup>. — — L'interruption de la colonne vertébrale au niveau du tronc chez les Souris brachyures et anoures. *Ibid.*, **109**, pp. 420 à 423.
- 1932<sup>c</sup>. — — Les Souris anoures et à queue filiforme qui se reproduisent entre elles sans disjonction. *Ibid.*, **110**, pp. 782 à 784.
- 1929 — DOBZHANSKY (T.). — A homozygous translocation in *Drosophila melanogaster*. *Proc. Nat. Acad. Sc.*, **15**, pp. 633 à 638.
1887. — DOEDERLEIN (L.). — Ueber schwanzlose Katzen. *Zool. Anz.*, **10**, p. 606.
1929. — DUBININ (N. P.). — Allelomorphentreppen bei *Drosophila melanogaster*. *Biol. Zentrbl.*, **59**, pp. 328 à 339.

1932. — — Step-allelomorphism and the theory of centres of the gene achaete-scute. *Journ. Genet.*, **26**, pp. 37 à 58.
1922. — DUBOSCQ (O.). — Une lignée de Souris anoures et ectromèles. *C. R. de l'Ass. franç. pour l'avanc. des Sc.*, pp. 399 à 402.
1920. — DUNN (L. C.). — Types of white spotting in mice. *Amer. Nat.*, **54**, pp. 465 à 495.
1925. — — The inheritance of rumplessness in the domestic fowl. *Journ. of Hered.*, **16**, pp. 127 à 134.
1926. — — New data on the inheritance of rumplessness in the domestic fowl. *Anat. Rec.*, **34**, p. 181.
1934. — — A new gene affecting behavior and skeleton in the house mouse. *Proc. Nat. Acad. Sc. Washington*, **20**, pp. 230 à 232.
1908. — DURHAM (F. M.). — A preliminary account of the inheritance of coat-colour in mice. *Reports of the Evol. Comm. of the Royal Soc.*, **3**, pp. 41 à 52.
1911. — — Further experiment on the inheritance of coat-colour in mice. *Journ. of Genet.*, **1**, pp. 159 à 178.
1913. — DU TOIT (P. I.). — Untersuchungen über das Synsacrum und den Schwanz von *Gallus domesticus* nebst Beobachtungen über Schwanzlosigkeit bei Kaulhühnern. *Jen. Zeits. für Naturwiss.*, **49**, pp. 149 à 312.
1922. — EMERSON (R. A.). — The nature of the bud variations as indicated by their mode of inheritance. *Amer. Nat.*, **56**, pp. 64 à 79.
1933. — EPHRUSSI (B.). — Sur le facteur léthal des Souris brachyures. *C. R. Acad. Sc.*, **197**, pp. 96 à 98.
1935. — — The behavior in vitro of tissues from lethal embryos. *J. Exp. Zool.*, **70**, pp. 197 à 203.
- EVANS. — Cité d'après KING (1930).
1924. — EYSTER (W. H.). — A genetic analysis of variegation. *Genet.*, **9**, pp. 372 à 404.
1930. — FISHER (R. A.). — Statistical Methods for Research Workers. Third edition, ed. Oliver and Boyd, pp. 1 à 283.
1885. — FLOWER (W. H.). — An introduction to the osteology of the mammalia (3<sup>e</sup> édition). Londres.
1885. — FOL (H.). — Sur la queue de l'embryon humain. *C. R. Ac. Sc.*, **100**, pp. 1469 à 1472.
1836. — GEOFFROY SAINT-HILAIRE (I.). — Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisme chez l'Homme et les animaux, **2**, Paris.
1865. — GODRON (A.). — De la suppression congénitale de l'appendice caudal observée sur une famille de chiens. *Mém. de l'Acad. Stanislas. Nancy*, p. 43.
1877. — GURLT (E.). — Ueber tierische Missbildungen, ein Beitrag zur path. Entwicklungsgeschichte, p. 10.
1930. — GUYENOT (E.). — La variation et l'évolution, 2 v. Paris, Gaston Doin, éd.
1901. — HARRISON (R. G.). — On the occurrence of tails in man, with description of the case reported by Dr WATSON. *Johns Hopkins Hosp. Bull.*, **12**, p. 92.
1889. — HIND (W.). — The effect on the tails of a family of English kittens of one strain of Manx blood during three and a half years. *Ann. Rep. N. Staffs Naturalists Field Club.*, pp. 81 à 87.
1889. — HOWES (G. B.). — *Scientific Amer.*, p. 296 (Cité d'après WIEDERSHEIM, 1902).
1932. — HUNT (H. R.). — The flexed tailed Mouse. *Proc. VI, Intern. Congress of. Genet.*, **2**, pp. 91 à 93.

1928. — HUNT (H. R.) et PERMAR (D.). — Flexed tail, a mutation in the house mouse. *Anat. Rec.*, **41**, p. 117.
1932. — HUTT (F. B.) et MYDLAND (O.). — Congenital taillessness in the Rat. *Journ. of Hered.*, **23**, n° 9, pp. 363 à 367.
1917. — IBSEN (H. L.) et STEIGLEDER (E.). — Evidence for the death in utero of the homozygous yellow Mouse. *Amer. Natur.*, **51**, pp. 740 à 752.
1931. — KEELER (C. E.). — A new mutation to « Dominant spotting » (V) in the house Mouse. *Journ. of Hered.*, **22**, pp. 273 à 276.
1901. — KENNEL (J.). — Ueber eine stummelschwänzige Hauskatze und seine Nachkommenschaft. *Zool. Jahrb. Abt. f. system. Geographie u. Biol.*, **15**, p. 219.
1931. — KING (H. D.). — Studies on the inheritance of structural anomalies in the Rat. *Amer. Journ. Anat.*, **48**, 1, pp. 231 à 260.
1916. — KIRKHAM (W. B.). — Embryology of the yellow Mouse. abstr. *Amer. Soc. Zool.*, **8** et *Anat. Rec.* 1917, **11**, pp. 480 à 481.
1917. — — The lethal factor in yellow mice. *Journ. of Genet.*, **8**, p. 217.
1919. — — The fate of homozygous yellow mice. *Journ. of Exp. Zool.*, **28**, pp. 125 à 135.
1925. — KLODNITZKY (J.) et SPETT (G.). — Kurzschwänzige und schwanzlose Varianten bei Hunden. *Zeitschr. f. ind Abst. u. Vererbungsl.*, **38**, 1, pp. 72 à 74.
- 1931<sub>a</sub>. — KOBOZIEFF (N.). — Mortalité et âge limite chez la Souris. *C. R. de la Soc. de Biol.*, **106**, p. 704.
- 1931<sub>b</sub>. — — Influence de la consanguinité sur la mortalité précoce chez la Souris. *Ibid.*, p. 1205.
- 1933<sub>a</sub>. — Sur la diversité de la constitution génotypique chez les Souris à queue normale. *C. R. de l'Acad. des Sc.*, **197**, pp. 1458 à 1460.
- 1933<sub>b</sub>. — — Sur la constitution génotypique de Souris à queue normale issues de parents anoures ou brachyours. *Ibid.*, pp. 1770 à 1772.
- 1934<sub>a</sub>. — — La létalité des Souris anoures et brachyours, statistique des embryons abortifs, *Ibid.*, **196**, pp. 617 à 620.
- 1934<sub>b</sub>. — — Sur l'homogénéité de la constitution génotypique de Souris anoures proprement dites, issues de parents anoures ou brachyours. *C. R. Soc. Biol.*, **115**, p. 607.
1898. — KOHLBRUGGE. Cité d'après SCHIMKEWITCH. 1921.
1912. — LANG (A.). — Vererbungswissenschaftliche Miscellen. *Zeitsch. f. induk. Abst. u. Vererbungsl.*, **8**, pp. 233 à 283.
1914. — — Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. Iena.
1925. — LANDAUER (W.) et DUNN (L. C.). — Two types of rumplessness in domestic fowls. *Journ. of Hered.*, **16**, pp. 153 à 160.
- 1899-1900. — LANDOIS (H.). — Eine zweibeinige, schwanzlose Hausmaus. **28**, *Jahresber. Westf. Prov.-Verein*, p. 37.
- 1803-07. — LANGSDORF. — Bemerkungen auf eine Reise um die Welt in den Jahren... *Frankfurt a. M.*, 1812, **2**, p. 236.
1927. — LEBEDINSKY (N. G.) et DANVART (A.). — Atrichosis und ihre Vererbung bei der albinotischen Hausmaus. *Biol. Zentrbl.*, **57**, pp. 748 à 752.
1922. — LECHE (W.). — Der Mensch, sein Ursprung und seine Entwicklung, pp. 1 à 390. Fischer (G.), éd. Iena.
1912. — LE DOUBLE (A. F.). — Traité des variations de la colonne vertébrale de l'homme et de leur signification au point de vue de l'anthropologie zoologique. Vigot Frères, éd., pp. 1 à 543.

1902. — LESBRE et FORGEOT. — Etude anatomique de cinq animaux ectomèles. *J. de l'anat. et de la physiol.*, p. 178.
1911. — LIBON (G.). — Ansichten über das Vorkommen, die Abstammung und Entstehung des schwanzlosen Haushuhns. Diss. Bern.
1932. — LIENHART (R.). — Contribution à l'étude de l'hérédité chez les Chiens anoures et brachyures. *C. R. Soc. de Biol.*, **110**, pp. 1164 à 1168.
- 1914<sub>a</sub>. — LITTLE (C. C.). — A possible explanation of a type of heredity apparently non-mendelian in nature. *Science*, **40**, pp. 904 à 906.
- 1914<sub>b</sub>. — — « Dominant » and « recessive » spotting in mice. *Amer. Nat.*, **48**, pp. 74 à 83.
1915. — — The inheritance of black-eyed white spotting in mice. *Amer. Nat.*, **49**, pp. 727 à 740.
1924. — LITTLE (C. C.) et BAGG (H. J.). — The occurrence of two heritable types of abnormality among the descendants of X-rayed mice. *Amer. J. Röntgen*, **10**.
1889. — MANTEGAZZA (P.). — L'eredita delle lesioni traumatiche e dei caratteri acquisiti dall'individuo. Studi ed esperienze. *Arch. Anthr. Ethnol.*, **19**, p. 391.
1881. — MIVART (St. G.). — « The Cat » Murray, London, pp. 2 à 5.
- 1923<sub>a</sub>. — MOHR (O. L.). — Das Deficiency-Phänomen bei *Drosophila melanogaster*. *Zeitsch. f. induk. Abst. u. Vererbungsl.*, **30**, pp. 279 à 283.
- 1923<sub>b</sub>. — — A genetic and cytological analysis of a section deficiency involving four units of the X-chromosome in *Drosophila melanogaster*. *Ibid.*, **32**, pp. 108 à 232.
1928. — — Ueber Letalfactoren mit Berücksichtigung ihres Verhaltens bei Haustieren und beim Menschen. *Ibid.*, **41**, pp. 59 à 109.
1925. — MORGAN (T. H.), BRIDGES (C. B.) et STURTEVANT (A. H.). — The genetics of *Drosophila*. *Bibl. Genet.*, **2**, pp. 1 à 262.
1893. — MORTILLET. — Chat sans queue de l'île de Man. *Bull. Soc. d'Anthr.* (sér. 4), **4**, pp. 8 à 13.
1918. — MULLER (H. J.). — Genetic variability, twin hybrids and constant hybrids in a case of balanced lethal factors in *Drosophila*. *Genetics*, **3**, pp. 422 à 499.
1929. — MULLER (H. J.) et PAINTER (T. S.). — The cytological expression of changes in gene alignment produced by X-rays in *Drosophila*. *Amer. Nat.*, **63**, pp. 193 à 200.
1934. — NORDBY (J. E.). — Kinky tail Swine. *Journ. of Hered.*, **25**, pp. 171 à 174.
- 1925-28-32. — PERRIER (E.). — Traité de Zoologie. Batraciens, Reptiles, Oiseaux, Mammifères. Fasc. **7**, **8**, **10**, Masson et Cie, éd.
1887. — PHISALIX (C.). — Sur l'anatomie d'un embryon humain de trente-deux jours. *C. R. Acad. Sc.*, **104**, p. 242.
1886. — PIETREMENT. — Discussion de la note de M. Duval, 1886. *Bull. Soc. Anthr.*, **9**, pp. 317 à 318.
1933. — PIRAUD (G.). — La Notochorde. Embryologie générale et expérimentale. Vestiges et Tumeurs. Lefrançois, éd., pp. 2 à 446.
- 1910-1913. — PLATE (L.). — Die Knickschwanzblastovariation. *Festschr. f. R. Hertwig ; Vererbungslehre*.
1918. — — Vererbungsstudien an Mäusen. *Arch. f. Entwickl. der Org.*, **44**, pp. 291 à 336.
1932. — — Vererbungslehre mit besonderer Berücksichtigung der Abstam-

- mungslehre und des Menschen. Zweite Auflage. Mendelismus. I, Fischer (G.), éd.
1901. — RABAUD (E.). — Fragments de tératologie générale. L'arrêt et l'excès de développement. *Bull. Scient. France et Belgique*.
1914. — — La tératogénèse. Paris.
1919. — — Recherches sur l'hérédité et la variation. Etude expérimentale et théorie physiologique. *Bull. Biol.*, suppl. I, pp. 1 à 313.
1931. — REED (S. C.) and SNELL (G. D.). — Harelip, a new mutation in the house mouse. *Anal. Rec.*, **51**, pp. 43 à 50.
1889. — ROSENTHAL (J.). — Zur Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften. *Biol. Centrbl.*, **9**, p. 510.
1926. — ROSTOCK. — Zur Kasuistik des Geschwänzten Menschen Brun's. *Beiträge zur Klinischen Chirurgie*, **138**, p. 657.
1721. — RZKACZYNSKI. — *Historia nat. curiosa Poloniæ, etc. Sandomoriæ*, **4**, p. 358.
1908. — SALMON (J.). — Recherches sur les variations ontogéniques des membres chez les vertébrés. Etude des ectroméliens. *Thèse de sciences*, Paris.
- 1888-1889. — SCHILLER, TIETZ. — Vererbung erworbener Eigenschaften (kurzschwänzige Katzen in der Hochacht in der Eiffel). *Biol. Centrbl.*, **8**, p. 155.
1921. — SCHIMKEWITSCH (W.). — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Nägele (E.), éd.
1912. — SCHWARZ. — Beitrag zur Kenntniss des geschwänzten Menschen *Munchen. med. Wochschr.*, **59**, p. 928.
1930. — SEREBROVSKY (A. S.). — Untersuchungen über Treppenallelomorphismus. IV. Transgenation scute-6 und ein Fall des Nicht-Allelomorphismus von Gliedern einer Allelomorphenreihe bei *Drosophila melanogaster*. *Wilh. Roux' Arch. Entw.-mech. Org.*, **122**, pp. 88 à 104.
- 1919 20. — Sô (M.) et IMAI (Y.). — The types of spotting in mice and their genetic behavior. *Journ. of genet.*, **9**, pp. 319 à 333.
- 1933<sub>a</sub>. — SNELL (G. D.). — Genetic changes induced in mice by X-rays. *Amer. Nat.*, **67**, p. 24.
- 1933<sub>b</sub>. — — X-ray sterility in the male house mouse. *J. Exp. Zool.*, **65**, pp. 421 à 441.
1934. — A translocation in the house mouse and its effect on development. *J. Exp. Zool.*, **67**, pp. 93 à 104.
1924. — SUMNER (F. B.). — Hairless mice. *Journ. of Hered.*, **15**, pp. 475 à 481.
1925. — THOMSON (D. H.). — Evidence of structure in the gene. *Amer. Nat.*, **59**, pp. 91 à 94.
1924. — VALLOIS (H. V.). — Etude anatomique d'une lignée de Souris anoures, brachyures et ectromèles. *Arch. Zool. Exp.*, **62**, f. 8, pp. 569 à 628.
1913. — VILMORIN (Ph. de). — Sur les caractères héréditaires des chiens anoures et brachyures. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **157**, p. 1086.
1813. — WATERTON. — Cité d'après Blank (1893).
1889. — WEIR (H.). — Our Cats all about them. Houghton Mifflin and Co. Boston and New York, new Edn. published by Franciers'Gazette Ltd. London, pp. 73 à 79.
1889. — WEISMANN (A.). — Ueber die Hypothese einer Vererbung von Verletzungen. Jena.
1921. WHITHING (P. W.). — Studies of the parasitic Wasp, *Hadrobracon brevicornis* (Wesmael). II. A lethal Factor linked with orange. *Biol. Bull.*, pp. 153 à 155.

- 
1902. — WIEDERSHEIM (R.). — Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit (3<sup>e</sup> Auflage), Freiburg in B.  
1887. — ZACHARIAS (O.). — Demonstration von stummelschwänzigen Katzen. *Tageblatt der 60 Vers. dtsh. Naturf. u. Aerzte in Wiesbaden*, p. 92.  
1888-89. — — Das Fortleben von Schwanzverstümmelung bei Katzen (ein Fall in Amerika). *Biol. centrbl.*, 8, p. 235.  
1901. — ZERNOFF (D.). — Zur Frage ueber die morphologische Bedeutung der schwanzförmigen Bildungen beim Menschen. *Bull. Soc. Moscou*, p. 232 à 258.
-



## DEUXIÈME THÈSE

---

La réduction chromatique chez les Protozoaires  
et les Métazoaires

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 3 avril 1935.

*Le Doyen de la Faculté des Sciences,*  
CH. MAURAIN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

*Le Recteur de l'Académie de Paris,*  
CHARLÉTY.



## EXPLICATION DES PLANCHES X-XIII

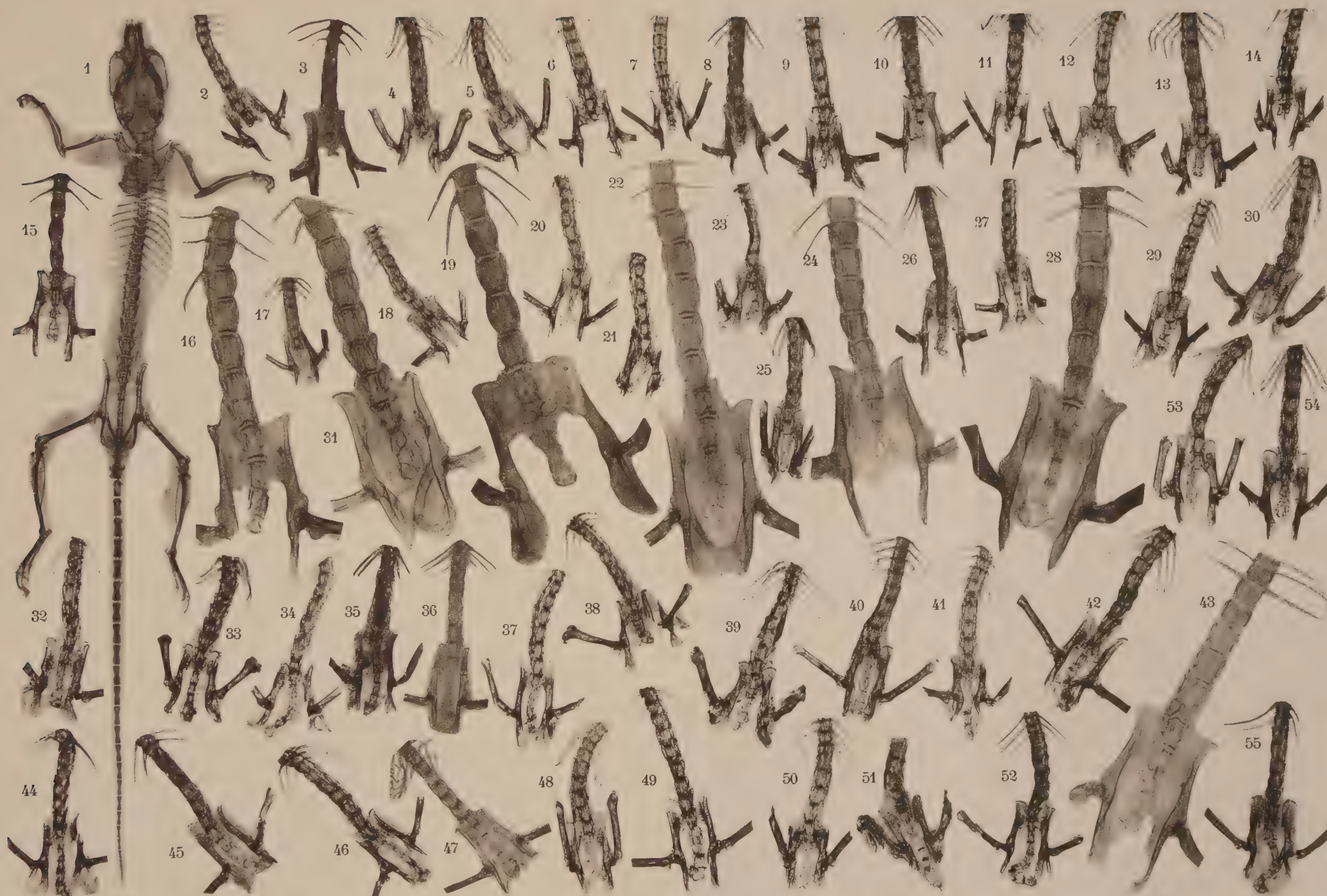
Les radiographies reproduites sur les planches représentent la partie terminale de la colonne vertébrale de Souris anoures ; la région lombaire est conservée tout entière sur les planches X, XII et XIII et en partie sur la planche XI. Les nos (en italiques) suivant ceux des figures, correspondent aux listes des cas énumérés dans le corps du mémoire. Sur les planches, le no de chaque figure est placé généralement à gauche de celle-ci. *Abréviations* : *v*, vertèbre ; — *l*, lombaire ; — *s*, sacrée ; — *c*, caudale ; — *l-s*, lombo-sacrée ; — *s-c*, sacro-caudale ; — *coud*, coudure ; — *soud.*, soudure ; — *coud. intra-pelv.*, coudure intra-pelvienne ; — *coud. term.*, coudure terminale.

### PLANCHE X (Stock I)

Grandeur naturelle, sauf pour les fig. 16, 19, 22, 24, 28, 31 et 43, agrandies 2 fois.

Fig. 1. Souris normale (radiographie complète, à titre de document) : 7 *v. cer.*, 12 *thor.*, 5 *l.*, 4 *s.* (fusionnées en un sacrum) et 30 *v. c.*, la dernière étant à peine perceptible à la loupe. — Fig. 2. No 2, dernière *v. l.* ayant l'aspect d'une *v. s.* ; la dernière *v. s.* porte des traces de traumatisme. — Fig. 3. No 5, *soud.* des 2 dernières *v. l.* avec le sacrum formé de 1 *v.* et demie. — Fig. 4. No 6, *soud.* de 4 *v. l.* avec le sacrum très raccourci. — Fig. 5. No 8, *soud.* de la dernière *v. l.* avec 1 *v. s.* et demie semblant être comprimées de bas en haut. — Fig. 6. No 9, *soud.* de 3 *v. l.* avec le sacrum qui semble nettement tronqué au milieu de la 2<sup>e</sup> *v.* — Fig. 7. No 16, les 2 dernières *v. l.* soudées entre elles et au sacrum qui est formé de 3 *v.*, dont la dernière comporte des fragments osseux. Petite *v.* aberrante accolée à l'extrémité du rachis. — Fig. 8. No 17, *soud. l-s*, le sacrum semblant être comprimé de bas en haut. — Fig. 9. No 20, *soud. l-s*, sacrum de 3 *v.* à structure confuse. — Fig. 10. No 23, *soud. l-s*, le sacrum comporte 3 *v.* dont les 2 dernières sont transparentes et trouées des lacunes. — Fig. 11. No 21, *soud. l-s*, le sacrum semblant nettement tronqué au niveau de la 3<sup>e</sup> *v.* — Fig. 12. No 29, *soud. l-s*, ossification médiane incomplète dans la première *v. s.*, structure confuse des 2 autres. — Fig. 13. No 33, sacrum formé de 4 *v.* — Fig. 14. No 35, *soud.* multiples dans la région *l.*, sacrum lacunaire. — Fig. 15. No 38, *v. l.* 2 et 3 soudées et un peu déformées ; sacrum épaissi à l'extrémité (incorporation probable de la 1<sup>re</sup> *v. c.*). — Fig. 16. No 10, la 2<sup>e</sup> *v. s.* fracturée au milieu ou bien formée de 2 *v.* comprimées. — Fig. 17. No 39, luxation de la dernière *v. s.* — Fig. 18. No 43, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> *v. l.* soudées et 5<sup>e</sup> *v. l.* et sacrum soudés (structure confuse). — Fig. 19. No 30, 1<sup>re</sup> *v. s.* fendue. — Fig. 20. No 44, *soud. l.* et *l-s* ; conglo-mérat de fragments soudés avec une petite *v.* aberrante à l'extrémité du rachis. — Fig. 21. No 46, *soud. l-s* ; sacrum difforme, *coud. intrapelv.* — Fig. 22. No 34, *soud. l.*, sacrum tordu, déformé. — Fig. 23. No 48, ossification médiane imparfaite de la dernière *v. l.* et de la 2<sup>e</sup> *s.* Taches noires, dépôt de sels par

suite de la conservation dans le formol. — Fig. 24. N° 40, *soud. l-s*, sacrum comprimé dans sa partie inférieure et formant 2 *coud. intrapelv.* — Fig. 25. N° 50, *soud. l-s*, terminaison du rachis à la 1<sup>re</sup> *v. c.* — Fig. 26. N° 51, les 2 dernières *v. s.* sont tordues ; superposition de petits fragments osseux, ayant l'aspect de petites *v. c.* aberrantes ; une *v. c.* de taille moyenne est luxée et placée transversalement à l'extrémité du rachis. — Fig. 27. N° 53, terminaison du rachis à la 1<sup>re</sup> *v. c.* dont l'extrémité est un peu étiré. — Fig. 28. N° 41, *soud. l-s*, terminaison du rachis à la 1<sup>re</sup> *v. c.*, épaissie et arrondie. — Fig. 29. N° 54, *soud.* des 4 premières *v. l.* ; fusion médiane imparfaite de certaines *v. s.* ; à l'extrémité, un fragment osseux donnant l'impression d'une *v. aberrante*. — Fig. 30. N° 58, terminaison du rachis à la 1<sup>re</sup> *v. c.* qui semble fragmentée (comparer avec la fig. de la Souris N° 31 de la même portée). — Fig. 31. N° 26, *soud. l-s*, terminaison du sacrum à la 3<sup>e</sup> *v.*, arrondie. — Fig. 32. N° 66, dernière *v. l.* présentant, d'un côté, une apophyse transverse semblable à celle de la *v. s.* et fusionnée avec l'os iliaque. — Fig. 33. N° 67, subluxation et fracture au niveau des *v. c.*, superposition des fragments osseux. — Fig. 34. N° 69, fente médiane de la dernière *v. l.* ; *coud. intrapelv.* entre la 3<sup>e</sup> et la 4<sup>e</sup> *v. s.* qui semblent traumatisées. — Fig. 35. N° 72, terminaison du rachis sur la 2<sup>e</sup> *v. c.* un peu pointue. — Fig. 36. N° 74, terminaison du rachis sur un fragment presque détaché de la 2<sup>e</sup> *v. c.* placé transversalement. — Fig. 37. N° 80, *soud. l-s* ; 1<sup>re</sup> *v. c.* ayant les apophyses transverses unies avec les os iliaques ; 2<sup>e</sup> incomplète, ayant la forme de quelques fragments soudés. — Fig. 38. N° 81, *coud. intrapelv. term.* — Fig. 39. N° 83, *soud. s-c*, structure irrégulière et superposition d'un fragment osseux à l'extrémité du rachis. — Fig. 40. N° 85, *soud.* et *coud. l.* au niveau des crêtes iliaques ; *soud. l-s* ; terminaison du rachis sur un fragment de la 3<sup>e</sup> *v. c.* — Fig. 41. N° 86, sacrum de structure indistincte ; 2 dernières *v. c.* fusionnées si intimement qu'il ne reste presque plus de trace de l'espace intervertébral. — Fig. 42. N° 87, *soud. l-s* ; fusion des 2 dernières *v. c.*, 2 paires d'apophyses transverses restent très nettes. — Fig. 43. N° 47, sacrum à structure confuse. — Fig. 44. N° 90, *soud. l-s* ; *coud. term. intrapelv.* — Fig. 45. N° 91, *soud. s-c* ; *coud. intrapelv.* — Fig. 46. N° 92, *soud. l-s* ; les dernières *v. c.* sont fusionnées et forment une boule épineuse. — Fig. 47. N° 95, les dernières *v. c.* sont fusionnées et forment une masse bosselée. — Fig. 48. N° 102, fusion médiane imparfaite de la 1<sup>re</sup> *v. s.* ; le sacrum est soudé avec les 3 *v. c.* tordues et déplacées. — Fig. 49. N° 107, lacune au niveau de la 2<sup>e</sup> *v. l.* ; sacrum à structure irrégulière et fusionné avec les *v. c.* traumatisées et formant une *coud. intrapelv.* — Fig. 50. N° 105, *soud. l-s* ; sacrum de structure confuse et soudé avec les *v. c.* déformées ; *coud. term. intrapelv.* — Fig. 51. N° 123, *soud.* de 3 *v. l.* ; sacrum de structure indistincte ; dernières *v. c.* fusionnées et se terminant par un bout pointu. — Fig. 52. N° 125, *soud. s-c* ; fracture de la 3<sup>e</sup> *v. c.*, fixation du segment postérieur de la partie *c.* transversalement dans le bassin, au niveau des ischions. — Fig. 53. N° 62, *soud. s-c* ; les 2 *v. c.* sont luxées et déplacées en haut (superposition des parties osseuses) ; fragment osseux ou *v. aberrante* à l'extrémité du rachis. — Fig. 54. N° 64, *soud. s-c.* ; à l'extrémité, superposition probable d'un conglomérat vertébral arrondi, criblé de lacunes. — Fig. 55. N° 126, *soud. l-s* ; *coud. intrapelv.* et *coud. term.* ; à l'extrémité ébauches vertébrales et éclats osseux fusionnés.



Radiographies N. Kobozeff

Anourie chez la Souris.

Phototypie Fauchaux et Fils, Chelles



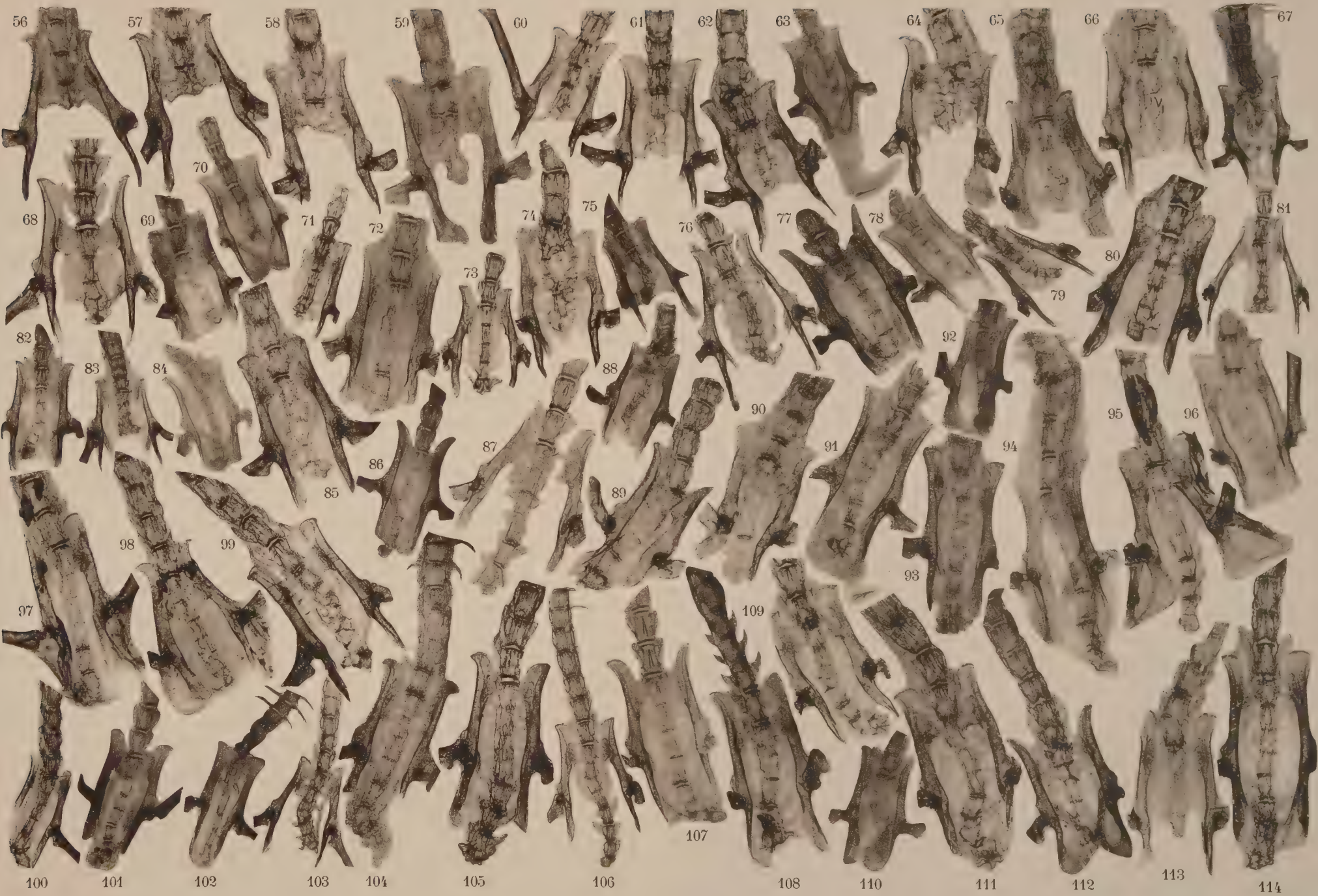
PLANCHE XI (Stock I). Grossissement 1,5 à 2.

(On a représenté en général la portion postérieure de la région lombaire et le sacrum).

Fig. 56. N° 3, *soud.* des 2 dernières *v. l.* avec le sacrum, formé de 1 *v.* et demie; échancrure du bord inférieur. — Fig. 57. N° 4, *soud. l-s.*, terminaison du rachis paraissant, nettement, coupée transversalement. — Fig. 58. N° 7, les 3 dernières *v. l.* portant des traces de traumatisme, sont soudées entre elles et avec le sacrum qui se termine par une coupe oblique nette. — Fig. 59. N° 14, lacunes dans les 4 dernières *v. l.* soudées; fusion médiane imparfaite de la 1<sup>re</sup> *v. s.* et irrégularité de forme et transparence exagérée des 2 autres *v. s.* — Fig. 60. N° 16, les 2 dernières *v. l.* sont soudées aux 3 *v. s.* dont, la dernière est composée de plusieurs fragments soudés. Un fragment osseux donnant l'impression d'une petite *v. c.* aberrante termine le rachis. — Fig. 61. N° 19, lacunes: l'une dans la 3<sup>e</sup> *v. l.* et l'autre dans la 2<sup>e</sup> *s.*; terminaison en coupe oblique à travers la 3<sup>e</sup> *v. s.*, un fragment osseux accolé latéralement. — Fig. 62. N° 22, lacunes et une *coud.* au niveau de la région *l.*; traces de traumatisme au niveau des 2 dernières *v. s.* — Fig. 63. N° 27, *soud. l-s.*; sacrum transparent et de structure confuse; pendeloque formée d'une masse charnue oblongue et renfermant un osselet mince, épaissi à un bout. — Fig. 64. N° 28, *soud.* des 2 dernières *v. l.* avec 4 *s.* raccourcies et à structure confuse. — Fig. 65. N° 31, *soud.* entre 3 *v. l.* dont 2 raccourcies et à fusion médiane imparfaite; agglomération des fragments soudés au bout du sacrum (ressemblance avec la fig. 58 relative au cas N° 30, de la même portée). — Fig. 66. N° 49, dernière *v. l.* avec des apophyses transverses très développées; sacrum à structure confuse. — Fig. 67. N° 27, on distingue les dernières côtes. Traumatisme grave au niveau des 2 dernières *v. l.* *V.* libre retournée au dessous du sacrum. Filament et partie supérieure de la pendeloque, suspendus à ce filament. — Fig. 68. N° 55, à l'extrémité du sacrum *v.* fusionnées sous forme d'une masse arrondie trouée de lacunes et se terminant par un fragment osseux appartenant, peut-être, à une *v. c.* aberrante. — Fig. 69. N° 56, dernière *v.* arrondie par l'adjonction probable d'un petit fragment osseux. — Fig. 70. N° 57, *soud.* de 2 dernières *v. l.*; sacrum se terminant par une *v.* incomplète et de structure confuse. — Fig. 71. N° 59, *soud. s-l.*; *soud.* du sacrum avec les 2 *v. c.* raccourcies et superposées l'une sur l'autre; interruption du squelette *c.*, suivi d'une *v.* difforme. — Fig. 72. N° 60, fracture au niveau de la 2<sup>e</sup> *v. s.*; *soud.* de 2 *v. c.*, dont la dernière est irrégulière et semble tordue. — Fig. 73. N° 61, 2 *v. c.* imparfaitement fusionnées au milieu et superposées l'une à l'autre. — Fig. 74. N° 63, les 2 dernières *v. l.* sont profondément enfoncées dans le bassin et sont percées d'un trou en leur milieu; le sacrum soudé avec quelques ébauches de *v. c.*, a une structure irrégulière et présente une réduction progressive de sa masse osseuse vers l'extrémité postérieure qui est arrondie. — Fig. 75. N° 75, *coud. intrapelv.* à la suite d'un traumatisme probable. — Fig. 76. N° 73, *soud. l-s.*; le sacrum est soudé avec une *v. c.* et demie fracturée et présentant une superposition des fragments. — Fig. 77. N° 76, *soud. l-s.*; *soud. s-c.*, fragments osseux à extrémité. — Fig. 78. N° 77, *soud. s-c.*, extrémité du rachis pointue. — Fig. 79. N° 78, *soud. s-c.*; courbure latérale *intrapelv.* — Fig. 80. N° 79, *soud. s-c.*; petit éclat osseux superposé à la dernière *v.* du rachis. — Fig. 81. N° 89, *soud.* du sacrum avec 2 *v. c.* et demie qui semblent comprimées de bas en haut; fusion médiane imparfaite à l'extrémité. — Fig. 82. N° 82,

luxation ou fracture au niveau de la partie inférieure du sacrum ; déplacement et superposition des fragments ; *soud. s-c.* — Fig. 83. N° 88, *soud. s-c.* ; *coud. intrapelv.* — Fig. 84. N° 93, *soud. l-s.* et *soud. s-c.* — Fig. 85. N° 94, lacunes et irrégularités au niveau du sacrum qui semble tordu ; *coud. intrapelv.* dans la partie *c.* du rachis. — Fig. 86. N° 96, *soud. s-c.* ; *coud.* à l'extrémité du rachis. — Fig. 87. N° 96 bis, fragments osseux à l'extrémité du squelette rachidien. — Fig. 88. N° 97, *soud.* de 2 ou 3 *v. l.* raccourcies avec le sacrum qui semble tordu ; *soud. s-c.* ; un fragment ayant l'aspect d'une petite *v.* aberrante, à l'extrémité du rachis. — Fig. 89. N° 98, les *v. c.* semblent comprimées de bas en haut, multiplicité des apophyses transverses correspondant aux corps raccourcis et fusionnés ; superposition des fragments osseux. — Fig. 90. N° 99, sacrum et partie *c.* de structure confuse. — Fig. 91. N° 100, *soud. l-s.* et *soud. s-c.* ; torsion et superposition des parties osseuses à l'extrémité. En bas de la radiographie une pendeloque renfermant un osselet qui est probablement une *v.* rudimentaire. — Fig. 92. N° 101, *soud. s-c.* — Fig. 93. N° 103, *soud. l-s.* ; superposition des 2 dernières *v. c.* — Fig. 94. N° 104, en haut, au-dessous de la dernière paire de côtes, 2 *v. l.* fracturées et raccourcies ; sacrum de structure effacée ; 2 dernières *v. c.* fusionnées et forment une *coud.* Un petit éclat osseux superposé au milieu du segment terminal. — Fig. 95. N° 108, *soud.* des 2 dernières *v.* ; taches noires : dépôt opaque par suite de la conservation de la pièce dans le formol. — Fig. 96. N° 106, *soud. s-c.* ; interruption du squelette rachidien dans la partie *c.* ; faible ossification et structure indistincte du sacrum et des *v. c.* — Fig. 97. N° 110, dernières *v. c.* tassées et à structure irrégulière. Dépôt de sels par suite de la conservation de la pièce dans le formol. — Fig. 98. N° 109, *soud.* entre les 2 *v. l.* moyennes ; le sacrum est fusionné avec les 4 *v. c.* comprimées de bas en haut et ne sortant pas du bassin. — Fig. 99. N° 111, *soud. l.* et *soud. l-s.* ; la partie inférieure du sacrum et la partie *c.* présentent un entassement des fragments soudés ; *coud. term. intrapelv.* — Fig. 100. N° 112, *coud. term. intrapelv.* — Fig. 101. N° 113, superposition de *v.* à l'extrémité du rachis. — Fig. 102. N° 114, fracture avec perte de substance et déplacement de fragments au niveau de la région *l.* ; *soud. l-s.* et *soud. s-c.* — Fig. 103. N° 117, *coud.* au niveau du sacrum ; *v. c.* entassées à l'extrémité. — Fig. 104. N° 115, *soud.* des 4 premières *v. l.* dont la structure est défectueuse ; *soud. s-c.* ; *coud. term.* à la suite d'un entassement de *v. c.* Une *v.* de taille moyenne est placée dans l'axe de l'appendice *c. mou.* — Fig. 105. N° 116, *soud. s-c.*, les 2 dernières *v. c.* semblent incorporer les parties appartenant aux autres *v.*, terminaison en éventail. — Fig. 106. N° 118, *soud.* des dernières *v. c.* par ailleurs, structure régulière. — Fig. 107. N° 119, *soud. l-s.* et *soud. s-c.*, *coud.* au niveau de la partie *c.* par suite d'une luxation ou d'une fracture. — Fig. 108. N° 120, deux dernières *v. c.* retournées de bas en haut, superposition des parties osseuses, *coud. intrapelv.* — Fig. 109. N° 122, le sacrum est soudé avec la dernière *v. l.* et les 5 *v. c.*, dont les 2 dernières sont cassées, et semblent comprendre parmi les débris soudés, quelques *v.* aberrantes. — Fig. 110. N° 65, *soud.* des 2 *v. l.*, structure confuse de l'extrémité du rachis. — Fig. 111. N° 121, *soud. l-s.*, *coud.* à la suite d'un traumatisme au niveau de la partie *c.* présentant un entassement de *v.* à l'extrémité (la pendeloque de tissus mous n'a pas été conservée). — Fig. 112. N° 68, *soud.* du sacrum avec 3 *v. l.* raccourcies, et avec 2 *c.* ; fusion médiane imparfaite au niveau de la 1<sup>re</sup> *v. s.* et des 2 *v. c.* — Fig. 113. N° 37 *soud.* de 4 *v. l.* avec le sacrum, arrondi à l'extrémité. — Fig. 114. N° 124, *soud.* du sacrum avec la 1<sup>re</sup> *v. c.* ; entassement de fragments soudés à l'extrémité du rachis.

---



Radiographies N. Kobozieff

Anourie chez la Souris.

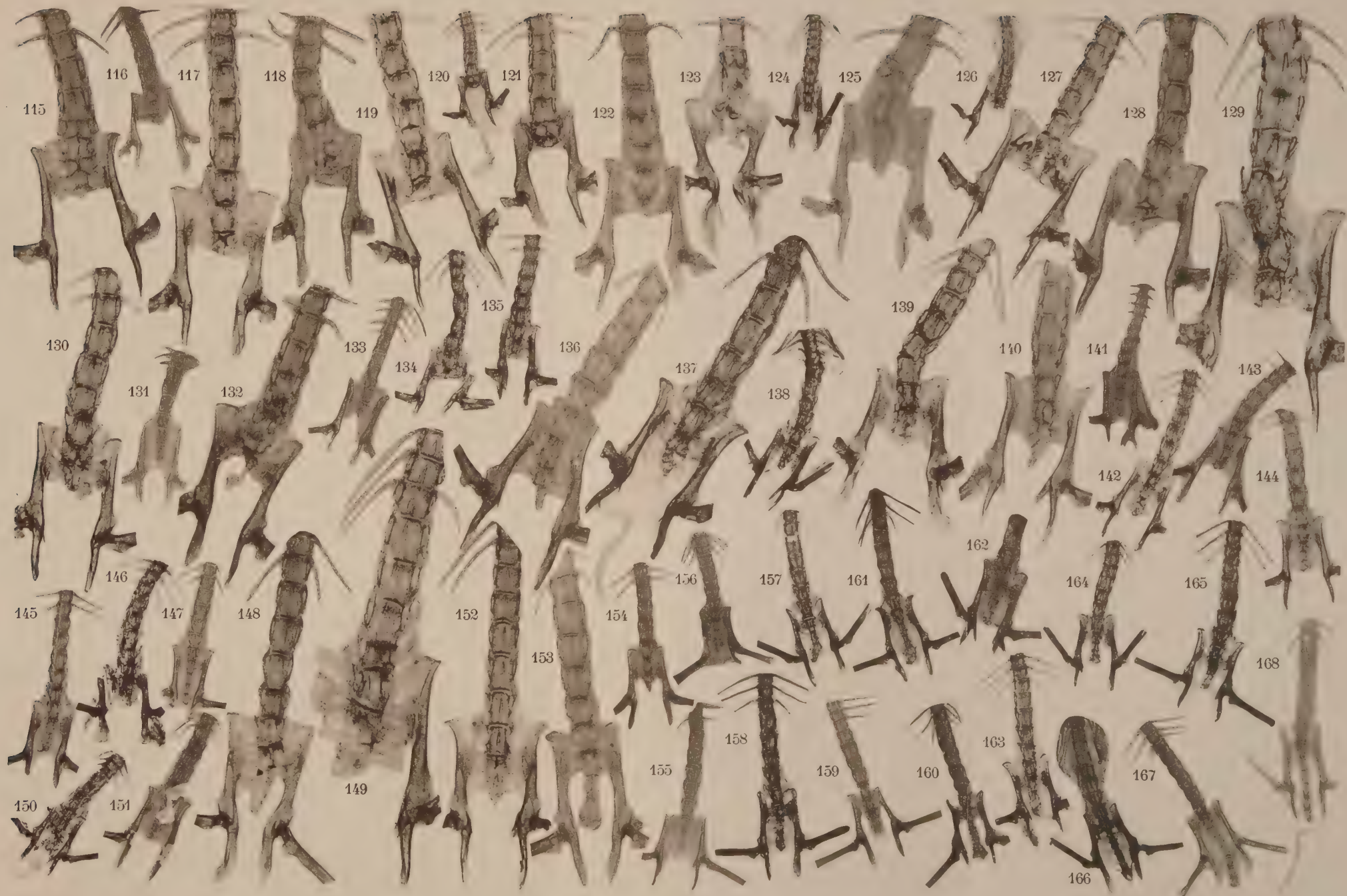


## PLANCHE XII (Stock II).

Toutes les petites fig. représentent la grandeur nature, les autres agrandies 2 fois.

Fig. 115. No 130, *soud.* de 5 *v. l.* avec 1<sup>re</sup> *v. s.*; les 4 dernières *v.* sont raccourcies, élargies et présentent une fusion médiane défectueuse (absence d'ossification). — Fig. 116. No 131, *soud.* de 2 *v. l.* avec la 1<sup>re</sup> *v. s.* raccourcie et imparfaitement ossifiée au milieu. — Fig. 117. No 132, *v. l.* 3 et 4 soudées; une seule *v. s.* est raccourcie et imparfaitement ossifiée au milieu. — Fig. 118. No 133, *soud.* de toutes les *v. l.* dont les 2 dernières sont enfoncées entre les os iliaques; l'unique *v. s.* est défectueuse et soudée aux précédentes; les 3 dernières *v.* semblent comprimées de haut en bas. — Fig. 119. No 134, *soud.* entre les *v. l.* 2 à 4. — Fig. 120 et 121. No 136, 3 *v. l.* soudées; puis vient une *v.* dont les apophyses transverses, bien que dirigées vers le haut, sont en contact avec les os iliaques; le corps de cette *v.* est composé de 2 parties symétriques arrivant à peine au contact sur la ligne médiane; plus bas une guirlande d'ébauches *v.* ne descendant pas au-dessous du niveau de la 1<sup>re</sup> *v. s.* Long filament ondulé sans squelette. — Fig. 122. No 135, *soud.* entre la 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> *v. l.* et entre les 2 dernières *l.* et la 1<sup>re</sup> *s.*; au-dessous de cette dernière, le rachis semble coupé nettement. — Fig. 123. No 137, les 2 premières *v. l.*, soudées, sont suivies de 3 autres amincies, et faisant saillie de côté sous forme d'une spirale; elles sont soudées avec la 1<sup>re</sup> *v. s.* composée de 2 apophyses transverses, déplacées l'une par rapport à l'autre; au-dessous, un fragment quadrangulaire donnant l'impression d'un corps de *v.* fracturée. — Fig. 124. No 139, *soud.* des *v. l.* 1 à 4, et de la 5<sup>e</sup> avec la 1<sup>re</sup> *s.* qui semble coupée nettement. — Fig. 125. No 144, la région *l.* est représentée par 2 *v. l.*, à côté de la 1<sup>re</sup> se trouve un fragment détaché et imparfaitement soudé; *soud. l-s.*; étirement de l'extrémité de la 2<sup>e</sup> *v. s.* — Fig. 126. No 141, *soud.* de la dernière *v. l.*, ayant l'aspect d'une *v. s.*, avec le sacrum qui se termine au milieu de la 2<sup>e</sup> *v.* — Fig. 127. No 145, *soud.* des *v. l.* 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> (incomplètement ossifiées sur la ligne médiane), avec le sacrum fendu au milieu et semblant coupé net au milieu de la 2<sup>e</sup> *v.* — Fig. 128. No 146, *soud.* entre les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> et entre les 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> *v. l.*; terminaison du sacrum à la moitié de la 2<sup>e</sup> *v.* dont l'extrémité est étirée. — Fig. 129. No 148, *soud.* de 3 *l.* (dont la dernière est subluxée), avec le sacrum qui semble tronqué au milieu de la 2<sup>e</sup> *v.* — Fig. 130. No 149, *soud.* de 5 *v. l.* (ossification médiane imparfaite de la dernière) avec le sacrum comportant 1 *v.* et 1/4. — Fig. 131. No 147, *soud.* entre la 2<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> *v. l.*; sacrum comportant 2 *v.* très faiblement ossifiées. — Fig. 132. No 151, télescopage des 3 ou 4 dernières *v. l.* qui sont soudées avec le sacrum formé de 1 *v.* et 1/4 fracturées et se trouvant en contact avec 2 fragments osseux qui se terminent librement dans les tissus mous. — Fig. 133. No 150, *soud.* de 3 *v. l.* (dont une est imparfaitement ossifiée au milieu) avec les 2 sacrées raccourcies. — Fig. 134. No 153, *soud.* de 2 *v. l.* avec le sacrum qui semble nettement tronqué au début de la 2<sup>e</sup> *v.* — Fig. 135. No 154, *soud. l.* et *l-s.*, sacrum formé de 1 *v.* et 1/2, à structure altérée. — Fig. 136. No 155, *soud.* de 3 *v. l.* avec le sacrum formé de 1 *v.* et demie, cette

dernière semblant restée en place après une ablation longitudinale de l'autre moitié. — Fig. 137. No 156, 3 et 4 v. l. soudées; soud. l-s., la 2<sup>e</sup> v. s. présente des défauts d'ossification sous forme de trous; fragment osseux libre à l'extrémité du rachis. Long filament sans squelette. — Fig. 138. No 158, soud. l.; sacrum formé de 3 ou 4 v. raccourcies et intimement fusionnées. Long filament sans squelette projeté au niveau du bassin. — Fig. 139. No 157, soud. et coud. entre les v. l. 3 et 4; soud. de la 5<sup>e</sup> v. l. avec le sacrum formé de 2 v. et demie raccourcies. — Fig. 140. No 159, soud. des 5 v. l. avec les s. (2 1/2) se terminant par un bout étiré. — Fig. 141. No 160, terminaison du rachis à la moitié de la 3<sup>e</sup> v. s. qui est plus transparente que les autres. — Fig. 142. No 161, soud. l.; sacrum formé de 3 v., troué de lacunes et semblant nettement coupé à l'extrémité. — Fig. 143. No 163, soud. de la dernière v. l. avec le sacrum formé de 2 v. et demie, raccourcies. — Fig. 144. No 162, soud. de la dernière v. l. avec les 3 s. — Fig. 145. No 166, soud. de la dernière v. l. avec les 3 s., dont la dernière est fragmentée. — Fig. 146. No 164, 2 soud. l. et 1 l-s. Rachis terminé en crochet. — Fig. 147. No 177, soud. de la dernière v. l. avec les 4 s. dont la dernière est épaissie et arrondie. — Fig. 148. No 167, soud. l. et l-s.; sacrum de structure confuse et terminé par un prolongement rappelant le pygostyle d'Oiseaux. — Fig. 149. No 169, 3 v. l. (dont une est raccourcie) soudées avec le sacrum formé de 2 v. et demie fragmentées ou bien de 3 v. et demie comprimées de bas en haut. — Fig. 150. No 171, 2 soud. dans la région l. et soud. l-s. Long filament ondulé. — Fig. 151. No 172, terminaison du rachis au niveau de la 4<sup>e</sup> v. s. qui est incomplète (tache blanche artificielle). — Fig. 152. No 168, soud. l. et l-s.; diminution progressive du sacrum dont l'extrémité est un peu étirée. — Fig. 153. No 173, soud. l. et l-s.; terminaison du rachis sous forme de boule bosselée. — Fig. 154. No 175, soud. l. et l-s.; v. s. raccourcies et intimement fusionnées. — Fig. 155. No 176, sacrum formé de 3 v. et demie à terminaison arrondie. — Fig. 156. No 178, soud. de 4 v. l. avec 3 v. s. et demie. — Fig. 157. No 180, perte de substance sous la forme d'un trou transversal au niveau de la 1<sup>re</sup> v. l. Soud. totale de 5 v. l., bifurcation de la 3<sup>e</sup> v. s. et déviation de côté de la 4<sup>e</sup> plus petite. — Fig. 158. No 183, le rachis normalement constitué s'arrête à la 4<sup>e</sup> v. s. — Fig. 159. No 187, soud. l-s.; le rachis semblant tronqué, net, au-dessous de la 4<sup>e</sup> v. s. — Fig. 160. No 189, soud. s-c, la 1<sup>re</sup> v. c. est un peu élargie et déviée de côté. — Fig. 161. No 190, soud. du sacrum avec la 1<sup>re</sup> v. c. qui est incomplète et subluxée; superposition d'un fragment osseux mince, triangulaire. — Fig. 162. No 184, terminaison du rachis à la 4<sup>e</sup> v. s. qui semble tronquée transversalement. — Fig. 163. No 191, le sacrum de structure un peu confuse, se trouve en contact avec un fragment osseux ou une v. c. rudimentaire subluxée. — Fig. 164. No 198, soud. de la 5<sup>e</sup> v. l. avec le sacrum qui porte une fente triangulaire dont le sommet est sur la 1<sup>re</sup> v. s. et la base à l'extrémité du rachis. — Fig. 165. No 193, soud. l-s.; diminution progressive vers l'extrémité du rachis dont la dernière v. est sans apophyses. — Fig. 166. No 195, soud. des v. l. 4 et 5; soud. du sacrum avec la 1<sup>re</sup> v. c. qui est arrondie à l'extrémité et dont les apophyses transverses sont plus développées que normalement. — Fig. 167. No 202, terminaison du rachis à la 3<sup>e</sup> v. c. qui semble formée de 2 v. fusionnées (2 paires d'apophyses transverses). — Fig. 168. No 204, les v. c. sont télescopées et soudées. Long filament ondulé, sans squelette.



Radiographies N. Kobozieff

Anourie chez la Souris.



# PLANCHE XIII (Stock II). Grossissement 2.

Fig. 169. N° 127, *soud.* de 3 *v. l.* (dont la dernière n'est pas ossifiée au milieu), avec la 1<sup>re</sup> *s.* qui semble fracturée. Quelques cristaux de sels à la suite de conservation au formol. — Fig. 170. N° 128, *soud.* de 4 *v. l.* avec la 1<sup>re</sup> *s.*; les 4 dernières *v.* du rachis sont raccourcies, fendues au milieu et semblent avoir subi un traumatisme sous l'action d'une force qui aurait agi de bas en haut. — Fig. 171. N° 129, *soud.* de 4 *v. l.* avec la 1<sup>re</sup> *s.*; les 2 dernières *v.* sont en fragments déplacés et dissociés par l'enfoncement de la 4<sup>e</sup> *v. l.* — Fig. 172. N° 138, *soud.* *l-s.*; le sacrum semble formé de plusieurs *v.* raccourcies et fusionnées (multiplicité des apophyses transverses). — Fig. 173. N° 140, *soud.* des 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> *v. l.*; *soud.* des 3 dernières *v. l.* avec la 1<sup>re</sup> *s.*; un fragment osseux ayant l'aspect d'une petite *v.* aberrante, se trouve inséré entre l'apophyse transverse et l'os iliaque. — Fig. 174. N° 142, *soud.* des 4 premières *v. l.* (dont la 3<sup>e</sup> plus courte, plus large et non ossifiée au milieu, paraît avoir été écrasée); fusion de la 5<sup>e</sup> *v. l.* avec les 2 *s.* — Fig. 175. N° 143, *soud.* de 4 *v. l.* avec le sacrum formé de 2 *v.* paraissant traumatisées. Quelques débris cartilagineux libres dans les tissus mous. — Fig. 176. N° 152, toutes les *v. l.* sont boursoufflées, raccourcies et fragmentées à la suite d'une torsion probable; elles sont soudées entre elles et avec le sacrum, comportant 1 *v.* et demie, également fragmentées et irrégulières; petit fragment libre dans les tissus mous. — Fig. 177. N° 174, *soud.* entre la 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> *v. l.*; sacrum de 3 *v.* et demie, s'amincissant progressivement vers l'extrémité. — Fig. 178. N° 170, terminaison du rachis à la 4<sup>e</sup> *v. s.* arrondie à l'extrémité. — Fig. 179. N° 165, la dernière *v. l.*, ressemblant d'un côté à une *v. s.*, est soudée avec le sacrum qui semble formé de 3 *v.* intimement fusionnées. — Fig. 180. N° 182, *soud.* de 2 *v. l.* avec les 3 1/2 *s.* raccourcies; diminution progressive vers l'extrémité qui est pointue; superposition de quelques débris osseux. — Fig. 181. N° 186, sacrum formé de 4 *v.* dont les 2 moyennes sont raccourcies et la dernière est complètement privée d'apophyses (peut-être est-ce une *v. c.*?). — Fig. 182. N° 197, *soud.* des *v. l.* 4 et 5; sacrum à structure et ossification défectueuses à l'extrémité; un fragment formé de 1 *v. c.* et demie placé obliquement. — Fig. 183. N° 185, *soud.* *l-s.*; sacrum se terminant par un crochet, représentant une des moitiés, mieux conservée, de la dernière *v.*; l'autre moitié est défectueuse et plus transparente. — Fig. 184. N° 188, *soud.* de la dernière *v. l.* avec les 3 *s.* et demie, les 2 dernières étant raccourcies et se terminant par une extrémité étirée. — Fig. 185. N° 181, les 3 dernières *v. l.* subluxées à la suite, semble-t-il, d'une torsion, sont soudées avec les 4 *s.* à structure confuse. — Fig. 186. N° 179, le rachis se terminant par un petit fragment osseux, soudé transversalement à l'extrémité. — Fig. 187. N° 192, *soud.* de 4 *v. l.* (dont les 2 dernières semblent comprimées), avec le sacrum; terminaison du rachis sur la 1<sup>re</sup> *v. c.* soudée au sacrum et ayant le bout pointu. — Fig. 188. N° 194, les 4 *v. l.* dont les 2 dernières fracturées, sont soudées avec la 1<sup>re</sup> *v. s.* également altérée, de telle façon que le tout forme une *coud.* ayant aspect d'un promontoire; les 3 autres *v. s.* comprimées et à structure confuse, sont soudées avec la 1<sup>re</sup> *v. c.* étirée sous forme de pygostyle d'Oiseaux. — Fig. 189. N° 196,

*soud.* du sacrum avec la 1<sup>re</sup> *v. c.* qui est incomplète et pointue au bout. — Fig. 190. N° 199, *soud. l-s.* ; dernière *v. s.* réduite au corps vertébral aminci ; *v. c.* difforme et anormalement éloignée de la précédente. — Fig. 191. N° 203, *soud.* de la dernière *v. l.* (ayant d'un côté l'aspect d'une *v. s.*) avec le sacrum, soudé lui aussi avec les 3 *v. c.* dont les 2 dernières sont fusionnées en une boule portant 2 paires d'apophyses transverses. — Fig. 192. N° 208, *soud. s-c.* ; terminaison du rachis par une extrémité amincie. — Fig. 193. N° 205, *soud.* entre les 2 premières *v. l.* ; *soud.* du sacrum avec une, deux ou trois *v. c.* dont les dernières restent rudimentaires. — Fig. 194. N° 206, sacrum faiblement ossifié ; terminaison du rachis par 2 *v. c.* raccourcies, fusionnées et formant une *coud.* — Fig. 195. N° 200, le rachis se termine par une *v. c.* difforme séparée des autres *v.* par une petite lacune qui est peut-être artificielle. — Fig. 196. N° 201, *soud. l., l-s.* et *s-c.* ; terminaison du rachis par 3 *v. c.* raccourcies et fusionnées. — Fig. 197. N° 207, *soud.* de 5 *v. l.*, *soud.* de la 6<sup>e</sup> *l.* avec le sacrum qui est lui-même soudé avec les 2 *v. c.* fusionnées et de structure confuse.

---



Radiographies N. Kobozieff

Anourie chez la Souris.

Phototypie Faucheux et Fils, Chelles





